انتشارات دانشگاه تهران

جلد دوم

نقشه برداری

«زمینی - زیرزمینی - هوائی»

و

ژئودزی

جزوه اول

خلاصهٔ درس‌ها و سخنرانیهای چندساله نگارنده در دانشکدهٔ فنی

مهندس حسن شمسی

چاپخانه دانشگاه

مقدمه نگارنده

جلد اول دورهٔ کامل نقشه برداری و ژئودزی اینجانب در اواخر سال ۱۳۱۹ شروع بچاپ و در اوایل سال ۱۳۲۰ ازچاپ خارج شد . اکنون درست شش سالست که خوانندگان و علاقه‌مندان باین فن در انتظار چاپ جلد دوم میباشند، علل تأخیر آن گرانی فوق‌العاده وسایل چاپ و عدم استطاعت مالی نگارنده دراینمورد بوده است .

در تدوین این دورهٔ کتاب نقشه برداری روشی اتخاذ کرده‌ایم که فهم مطالب آن برای علاقمندانی که اطلاعات علمی زیاد ندارند آسان باشد مثلا درجلد اول ابتدا اصول طریقه‌های نقشه برداری را مختصراً ذکر و هرطریقه را چنانکه باید بقدر کفایت و به‌تفصیل شرح نداده‌ایم ؛ از آنجهة که نخواستیم ذهن خوانندگان مبتدی را متوجه بعضی تئوری‌ها و فرمولها کنیم ، لکن بسط طریقه‌های مهم و اساسی را در جلد دوم با ذکر امثله و جداول عملی آورده‌ایم .

البته‌جلد اول‌خالی از نواقص نبود امید است که در تجدید چاپ‌آن نواقص‌را برطرف ساخته و با اسلوب و روش بهتری‌آنرا در دسترس علاقه‌مندان بگذاریم .

اکنون‌جلددوم ازطرف‌دانشگاه تهران چاپ و انتشار مییابد . این‌جلد مشتمل برچند جزوه بترتیب زیر است .

جزوه‌اول : تاریخچه ــ بسط طریقه پیمایش .

جزوه دوم : بسط طریقه‌های مثلث‌بندی و تقاطع ــ بررسی خطاها ومختصری از حساب احتمالات .

جزوه سوم : اسبابهای تراز یابی ــ بخش تاکئومتری .

جزوه چهارم : موارد استعمال ــ برداشت هـای مخصوص ــ نقـل برداشت و رسم نقشه .

جزوه پنجم : برداشت زیرزمینی ــ نقشه‌برداری هوائی با اسلوب امروزی .

امید است این خدمت ناقابل برای علاقه‌مندان و اهل فن مفید افتد .

دراینجا لازم میداند از زحمات استاد عالیمقام خود مهندس کریفتر آلمانی که‌اکنون قریب یازده سال میشود از ایران رفته‌اند سپاسگذاری نماید .

همچنین ازمقام‌محترم‌ریاست دانشگاه ورئیس محترم دانشکده فنی و برخی‌ازاستادان آن دانشکده و اداره‌انتشارات و روابط دانشگاهی‌دانشگاه که درفراهم‌آوردن وسائل‌چاپ این کتاب موافقت و مساعدت نموده‌اند سپاسگذاری مینماید .

ضمناً از دوست گرامی مهندس مسعود سمیعی که شکلهای این جزوه(۱) را با کمال دقت ترسیم نموده وازاین راه به نگارنده کمك مؤثری کرده‌اند تشکر مینماید .

طهران ۲۰ مهر ۱۳۲۶

مهندس شمسی

---

(۱) ــ غیر از شکلهای ۳٤ و شکلهای ٤۰ تا ٤٤ که توسط آقای فریدون پروهان ترسیم گردیده است .

تاریخچه نقشه برداری در ایران

این تاریخچه از اطلاعات استاد عالیمقام جناب آقای سرتیپ عبدالرزاق مهندس بغایری که عمری در نقشه برداری و ژئودزی زحمت کشیده‌اند کسب شده. ایشان اکثر مرزهای ایران را بکمك شاگردان خود نقشه برداری نموده‌اند و نخستین کسی هستند که برای طهران و اطراف آن نقشه کاملی برداشت و چاپ نموده‌اند.

مأمون خلیفه عباسی میخواست طول محیط کرهٔ زمین را بداند (۲۱۵-۲۱۸ هجری) بدینمنظور سه دسته اشخاص زیر مامور انجام کار شدند.

خالد بن عبدالملك مروالرودی با **سند بن علی** مأمور شدند طول قوس یکدرجه از نصف‌النهار زمین را در شام اندازه بگیرند، این عمل بین شهر **تدمر** و رود فرات در محلی هموار انجام گرفت.

همچنین **علی بن عیسی اسطرلابی** و **ابوالبختری** برای انجام همین کار بطرف جنوب مأمور گردیدند.

دیگر محمد بن موسی بن شاکر میباشد که در بیابان سنجسار بین دجله و فرات را اندازه گرفت.

سپس **شیخ ادریس** مصری (۴۹۲ - ۵۴۹) از سادات حسنی (۱)، جغرافیائی بنام **نزهت‌المشتاق** نوشت که بزبان فرانسه نیز ترجمه شده است. این شخص نقشه جهان نمائی از دنیای معلوم آنروز رسم کرده است که درسال ۱۱۵۴ میلادی مطابق ۵۴۸ هجری توسط شیخ ادریس ترسیم شده و درسال ۱۹۲۸ مسیحی که نسخهٔ خطی آن درجزو آثار عتیقه پیدا شد بطرز بسیار ظریفی درآلمان چاپ و انتشار یافت و یك نسخهٔ چاپی رنگی آن اکنون در نزد استاد محترم جناب آقای سرتیپ بغایری موجود میباشد.

خطوط عرض و طولی که روی نقشه‌ها رسم میشود از ابوریحان بیرونی است که در کتاب **آثارالباقیه** مشروحاً ذکر شده و بعد اروپائیها آنرا تکمیل نموده‌اند.

همچنین درسال ۱۰۰۹ هجری که شاه عباس کبیر بـا پای پیاده از اصفهان به مشهد مقدس مشرف میشد، **جلال‌الدین منجم باشی یزدی** معروف به **ملاجلال منجم** وسه نفر دیگر درخدمت او بودند. این اشخاص همراه شاه عباس از دروازهٔ اصفهان تا دروازه مشهد را باطنابی بطول پنجاه ذرع طناب میزدند ومیرفتند، مدت این مسافرت ۲۸ روز طول کشید و مسیری که طی نمودند عبارت بود از **اصفهان به نطنز** و **کاشان** و **خوار** و **سمنان** و **دامغان** و **میامی** و **سبزوار** و **نیشابور تا مشهد** که جمعاً ۱۹۹ فرسخ و ۸۲ طناب و ۲۵ ذرع شد. طناب مساوی ۵۰ ذرع ویکذرع مساوی یك متر وچهل و پنج میلیمتر (۱٫۰۴۵ متر) بود. پس ازطی این راه طولانی مدت سه مـاه یعنی رجب وشعبان ورمضان را درمشهد توقف نمودند.

---

(۱) ــ این سادات درمراکش بنام سلسله ادریسی‌ها سلطنت میکردند.

تاریخچه نقشه برداری دوره معاصر ایران - مرحوم عبدالرسول خان پسر عبدالحسین‌خان پسر حاج‌محمدحسین‌خان صدراعظم اصفهانی اولین مهندسی بود که از اطراف تهران نقشه‌برداری کرد. این شخص در زمان مرحوم **امیر کبیر** مأمور ممیزی بلوکات اطراف تهران شده و نقشهٔ او که شامل ورامین و غار و پشاپویه و شهریار میباشد بمقیاس هر ۲ سانتیمتر یك فرسنگ قریب به $\frac{۱}{۳۱۱۰۰۰}$ میباشد.

دیگر نقشه‌ایکه از مرحوم حاج نجم‌الدوله در دست میباشد و آن درسال ۱۲۷۵ قمری تهیه شده است؛ این نقشه از روی نقشه مسیو **کرشیش** معلم توپخانه مدرسه دارالفنون وقت نقل و شاگردان این شخص نیز هر کدام یك سمت تهران را نقشه برداری نموده‌اند که بعد میرزا فضل‌الله یاور توپخانه تمام آنها رادریك برگ که مقیاس آن هرهزار قدم یك ابهام بود رسم کرده است؛ بدین‌ترتیب تا دوفرسخی اطراف نقشه‌برداری شده بود.

بعدمرحوم **حاج نجم‌الدوله** که‌درسال ۱۲۹۹ بمکه مشرف‌میشد بامر **ناصرالدین شاه** از سد اهواز دیدن نمود و درطی راه از تهران تا خوزستان را بمقیاس $\frac{۱}{۵۰۰۰۰۰}$ باقدم اسب درحال سوار باقطب‌نما و ساعت نقشه برداری کرد وسپس همان نقشه‌را مجدداً درسال ۱۳۰۶ که مأمور سد اهواز شد کامل نمود.

درسال ۱۲۹۷ قمری میرزا مهدی‌خان‌سرتیپ مهندس ازطرف ناصرالدین‌شاه‌مأمور سیاحت بلوچستان گردید وقسمت عمدهٔ بلوچستان غربی ازجمله ناحیه‌سرحدی‌را گردش‌وشرح مسافرت خود و اوضاع جغرافیائی آنسامان را بصورت کتابچه‌ای بحضور شاه تقدیم نمود که در روزنامهٔ دولتی شمارهٔ ۲۵۸ ضبط شده است و ضمناً نقشه‌ای نیز ازآن حدود برداشته که نسخهٔ آن اکنون‌موجود میباشد (۱) درسال ۱۲۹۸ هفت‌نفر ازصاحب منصبان ایرانی که‌بطرز نظام اتریشی تربیت شده بودند در تحت ریاست **بارون‌لتز** از دولاب و دوشان‌تپه تا ازگل و سلطنت‌آباد و تجریش و اوین و ونك و امیرآباد تا امامزاده حسن را بمقیاس $\frac{۱}{۲۵۰۰۰}$ با قدم نقشه‌برداری نمودند.

درحدودسال ۱۳۰۷ دونفر ازمهندسین ایرانی بنام‌های **محمدحسن‌میرزا وعلیخان** (۲) از تهران بفیروزآباد فارس مسافرت کرده و نقشه نسبتاً کاملی از راه و شهرها و قصبات و آبادیها و کوهها ورودخانه‌های مسیر خود واطراف آنرا برداشت نمودند و بعلاوه اطلاعات مفیدی در بارهٔ آن نقاط بدست داده‌اند که عین‌آن نقشه و یادداشتهای دونفر مهندس نامبرده در کتاب جغرافیای مفصل ایران تألیف **آقای مسعود کیهان** درج شده است.

مرحوم حاج نجم‌الدوله بعد از برداشت و چاپ نقشه تهران بهمراهی شاگردان مهندس دارالفنون بمقیاس $\frac{۱}{۴۰۰۰}$ ، پاره‌ای از آبادیهای اطراف تهران از قبیل دولاب ـ

---

(۱) ـ رجوع شود بمقاله کوه تفتان بقلم آقای مهندس محمدعلی مخبر درشماره‌هفتم از سال دوم مجلهٔ یادگار

(۲) ـ منظور علیخان پسر محمودخان ملك‌الشعراء است و محمودخان‌هم نقاش‌بوده و هم‌در مهندسی درجه سرتیپی وقت را داشته است.

بهجت آباد ـ جلالیه ـ باغشاه ـ امامزاده حسن ـ جی ـ بریانك ـ خانی آباد ـ اسفندیاری ـ یخشی آباد و عسلی آباد را نیز بمقیاس ۱/۴۰۰۰۰ نقشه برداری کرد ولی آن نقشه بچاپ نرسید .

بعد میرزا **محمدعلیخان** سرتیپ و داماد او **میرزا احمدخان** سرتیپ مهندس از حدود شمالی خراسان نقشه‌های متعددی برداشتند که نسخه‌های خطی آنها هنوز موجود است و میرزا محمد علیخان سرتیپ و پسرش **میرزا عبدالرحیم خان کاشف‌الملك** درسال ۱۸۹۱ میلادی مطابق ۱۳۰۸ قمری که سرحد **ایران** و افغانستان (قسمت **هشتادان**) به حکمیت **ژنرال ماکلین** انگلیسی تحدید شد ، ازطرف دولت ایران مأموریت فنی داشته و در جزو مهندسین آن کمیسیون بوده‌اند (۱) .

بعد **مسیو وت** آلمانی معلم پیاده نظام مدرسه دارالفنون با شاگردان طبقه اول پیاده نظام تقریباً از سال ۱۳۰۸ تا ۱۳۱۱ نقشه‌ای از شمال تهران تا قصر قاجار و عباس آباد و یوسف آباد و بهجت آباد و جلالیه بمقیاس ۱/۱۲۵۰۰ برداشت کرده است .

بعدجناب آقای سرتیپ عبدالرزاق مهندس بغایری و مرحوم کلنل رضاخان شاگرد مرتبهٔ اول پیاده نظام دارالفنون وقت اقدام بتکمیل همان نقشهٔ مسیو وت نموده ومتفقاً دولاب ودوشان تپه و نجف آباد و هاشم آباد و دولت آباد و فرح آباد وخانی آباد ویخشی آباد و قلعه مرغی و امامزاده حسن و باغشاه و امیرآباد را باقدم نقشه برداری کردند ؛ چون کلنل رضاخان به سفر خراسان رفت جناب سرتیپ از سال ۱۳۱۸ قمری ببعد نقشه‌های سابق را با مقیاسهای ۱/۱۰۰۰ و ۱/۲۰۰۰ و ۱/۴۰۰۰ و ۱/۶۲۵۰ و ۱/۸۰۰۰ و ۱/۱۲۵۰۰ بوسیله اسبابها وآلات جدیدالاختراع امروزی بکمك شاگردان خود در کمال دقت تجدید کرده وآنرا بچاپ رسانیدند و بعد نقشه کاملی هم از اطراف تهران تا ده فرسخ بمقیاس ۱/۲۵۰۰۰ برداشت نموده وآن نقشه بچاپ نرسیده است ولی نقشه ۱/۲۰۰۰۰۰ نامبرده ازحوالی تهران بچاپ رسیده و منتشر میباشد ؛

چون **اشتالخان** رئیس سابق پستخانه بسیاری ازنقاط ایران را نقشه برداری نموده بود بنابراین جناب سرتیپ خودشان اظهار داشته‌اند آنچه درمغرب رود کرج و شاه چائی میباشد از روی نقشهٔ اشتالخان نقل کرده‌اند ولی ازسرچشمهٔ رود کرج (کوه کندوان) تاآخر خاك ورامین‌را خود ایشان مستقیماً نقشه برداری نموده‌اند وهمچنین آنچه ازشهرورامین بطرف مشرق تاآخر خاك خوار میباشد آنرا ازروی نقشهٔ عبدالرسول خان وآشتالخان نقل کرده‌اند ولی از ورامین تا تهران و غارو پشاپویه و لواسانات و کن و سولقان و رودبار و لورا و شهرستانك را از روی عملیات چهارده سالهٔ خود دراین نقشهٔ چاپی نقل نموده‌اند .

دیگر از خدمات جناب سرتیپ نقشه برداری مرزهای بلوچستان و مقداری ازسیستان و تمام سرحدات افغانستان وسرحد مغان از **بیلاسوار** تا کنار **ارس** میباشد همچنین ازخلیج فارس تا **کوشك بصری** (قریب ۲۰ فرسخ) و اکثر مرزهای مغرب ایران را نقشه برداری نموده‌اند ومدت پنج سال هم از ۱۳۵۱ تا ۱۳۵۶ از **آقریداق** تا **اشنویه** که سرحدات ترکیه عثمانی با ایالت آذربایجان میباشد ، برای تحدید حدود نقشه برداری کرده‌اند و دیگر از

(۱) ـ رجوع شود بکتاب مرزهای ایران تألیف آقای مهندس محمدعلی مخبر

خدمات ایشان تهیه نقشهٔ مفصل ایران و یکدوره نقشه عالم (درهفت‌قطعه) بود که سابقاً چاپ و انتشار یافته است.

این بود مختصری از تاریخچهٔ نقشه‌برداری در ایران که از اطلاعات جناب آقای مهندس بغایری بدست آمده است.

ضمناً لازم میدانم تذکر بدهم که درزمان مرحوم رضاشاه کبیر که بزرگترین تحولات فنی ازقبیل تأسیس راه‌آهن و ساختمان راه‌ها و جاده‌ها و استخراج معادن وسایر تأسیسات دیگر درایران شروع شد در اثرورود و استخدام مهندسین نقشه بردار و ژئودز اروپائی و تماس آنها در کار با دانشجویان و مهندسین ایرانی و همچنین در اثر اعزام دانشجو بخارجه و تأسیس دانشکده فنی و تدریس اساتید متخصص اروپائی و ایرانی در آن دانشکده و نیز تأسیس آموزشگاهها و هنرستانهای نقشه‌برداری جهة راه و معادن و غیره ، فن نقشه‌برداری رو به‌پیشرفت گذارد و خوشبختانه کنون طوریست که مهندسین و کمك مهندسین نقشه بردار بخوبی‌میتوانند درهمه‌جا احتیاجات مربوطه باین فن را مرتفع سازند.

متمنی است پیش از بررسی کتاب غلطهای چاپی زیر را تصحیح کنید

صفحه	سطر	غلط	صحیح
۱۵	۵	زوایه‌ای	زاویه‌ای
۱۵	۱۸	وریته	ورنیه
۲۱	۶(درجدول)	۲۰	۲۰ثانیه
۲۱	۷(درجدول)	۳۰	۳۰ثانیه
			در داخل جدول فقط ۲۰ و ۳۰ برحسب ثانیه است نه برحسب دقیقه
۲٤	٤	۳۰ دقیقه	۳۰ ثانیه
۲٤	۲۲	توجه سازیم	توجیه سازیم
۲۵	درشکل۱۳	قطعه‌خطوط eelcc باید	ee’cc’ باشد
۲٦	درشکل۱٤	ضلع خط‌چین abcd’e باید	a’b’cd’e’ باشد
۳۱	۲	محاسبه ژیزمانهای	محاسبه ژیزمانها
۳۲	۱۰	دراینجار	دراینجا
۳٦	سطر۳زیرجدول	برتریت	برتری
۱۰	۲۸	رسم‌شده‌باشد	رسم شده باشد وآن
۸۷	شکل۳۵	انتهای خط منکسر	PA’B’c’’ نقطه Q’ است
۹۲	۲	QP’=QP	QP’=QP

فصل یکم

بسط طریقه پیمایش

۱) اصول تشکیل کانوا در قطعه زمین های وسیع

۲) ساختمان و تحقیق و جبران یك پیمایش از راه ترسیم

۳) ساختمان و تحقیق و جبران یك پیمایش از راه محاسبه

خلاصه فصل و دستورات عملی

این فصل شامل چندین درس میباشد که مواد هر یك را در آغاز آن مینویسیم

درس اول

I ـ تشکیل کانوا در برداشت های وسیع

۱ ـ تذکر

۲ ـ اصول تشکیل کانوا

الف ـ نقاط مرتبه اول کانوا (مثلث بندی)

ب ـ نقاط مرتبه دوم کانوا (کثیرالاضلاع بندی)

ج ـ کثیرالاضلاع بندی وقتیکه مثلث بندی لازم نیست

II ـ یادآوری و بررسی کامل طریقه پیمایش

۱ ـ اصول برداشت یك پیمایش

۲ ـ انواع پیمایش

۳ ـ پیمایش باز یا محصور (درج شده) ـ پیمایش مسدود

III ـ خلاصه .

I ـ تشکیل کانوا در برداشت های وسیع

۱) تذکر ـ در کتاب اول گفتیم که عملیات لازم برای برداشت هر قطعه زمین بدو قسمت متمایز تقسیم میشود ، یك قسمت بمنظور برداشت کانوا یا کثیرالاضلاع نقشه برداری و قسمت دیگر بمنظور برداشت جزئیات یا عوارض موجوده و ضمنا گفتیم که وضع عوارض و جزئیات را نسبت بوضع اضلاع

و رئوس کانوا تعیین میکنند .

برای هر مقصودیکه نقشه برداری میکنیم مثلا تهیه نقشه جهة بررسی مسیر جاده ها و کانالها و غیره (نقشه بررسی) - تهیه نقشه برای تحدید حدود و ثبت ومميزی املاك (نقشه ثبت املاکی) - نقشه شهرها - تهیه نقشه امتدادها - نباید زمین‌را بقطعات کوچك تقسیم کرده و هرقسمت را جداگانه برداشت کنیم و بعداً نقشه های قسمتی حاصله را کنار هم بگذاریم ، چه در اینصورت مجموعهٔ بدون التصاقی بدست میآید که قسمت های مختلفه آن بوضع حقیقی خود با هم مرتبط نخواهند بود .

در برداشت نقشه‌های مناطق وسیع برای آنکه بهتر بتوانیم از طرق و وسائل موجوده استفاده کنیم وعملیات را در نهایت دقت ودرستی انجام بدهیم ، همیشه باید این نکته را در نظر داشته باشیم که **از بزرگ به کوچك تنزل نمائیم** ، بعبارت دیگر یعنی **از کل به جزء برویم** . چه اگر ازکوچك به بزرك اقدام کنیم یعنی اگر برای برداشت یك منطقه وسیع ابتدا به برداشت جزئیات زمین پرداخته بعد نتایج حاصله را رویهم بگذاریم ، خطا هانیز برهم‌اضافه میشوند وآنوقت درنقشه‌کلی زمین تغییر شکل های محسوسی بوجود میآید و وضع نقاط نسبةً دور رضایت بخش نخواهد بود . از طرف دیگرچون برای تخفیف این عیب‌مجبور خواهیم بود برداشت جزئیات را که در آغازکار انجام میدهیم دقیق تر یعنی با دقتی که شایسته آن نمیباشد ، اجرا نمائیم ، در نتیجه ارزش و مخارج نقشه زیاد میشود و بالاخره با یك خرج و کوشش زیاد نقشه ناصحیح و معیوبی تهیه کرده‌ایم . بطورکلی منطقه وسیعی کهاز لحاظ نقشه برداری در نظرمیگیریم قطعه زمین هائیست کهما بین چند هکتار (معمولا دو هکتار) و چند صد هکتار[1] (معمولا هفتصد هشتصد هکتار) محصور میباشند ؛ برای برداشت آنها بکار بردن قواعد نقشه برداری کافی خواهند بود و اگر خیلی از این حد تجاوز کند باید انحناء زمین را نیز در نظر گرفته از قواعد ژئودزی استفاده کنیم .

حالا ما ابتدا بطرز تشکیل کانوا در منطقه های بزرگ چند صد هکتاری (چند کیلو متر مربعی) می پردازیم و بعد در بارهٔ کانوای مناطق کوچکتر تا دو هکتار نیز صحبت خواهیم نمود .

۳) اصول تشکیل کانوا - قطعه زمینی محصور بین صدهکتار وچند صدهکتار را درنظر میگیریم . فرض میکنیم این قطعه مورد نظر در حدود چند صد هکتار باشد . آنچه دربارهٔ تشکیل کانوا در این قطعه اظهار میکنیم بطور کلی برای تمام قطعه زمین های متجاوز از صد هکتار (یك کیلو متر مربع) نیز صادق خواهد بود . بدلائلی که در تذکر پیش اشاره کردیم درچنین منطقه‌ای ابتدا باید یکعده نقاط معین بنام **نقاط نشانه**[2] در نظر گرفت و عملیات برداشت را بدانها متکی ساخت یعنی نخست وضع نقاط معینی از زمین را که بطور مناسب ومفید قرار گرفته‌اند تعیین کنیم و عوارض را بدانها ربط دهیم . مجموعهٔ این نقاط نشانه تشکیل **کانوا** را میدهد .

نقاط کانوا باید باقواعد دقیق با دقتی‌فوق‌دقت های مربوط بعملیات نقشه‌برداری معمولی تعیین و برداشت‌گردند . وجود آنها علاوه برآنکه‌برای ربط عوارض مفیدند ، برای‌احتراز ازتجمع خطا های برداشت‌ها ، برای تسهیل توزیع یا جبران خطاهای مرتکبه ، برای توجیه نقشهٔ حاصل از برداشت های

---

۱ - صد هکتار یك کیلو متر مربع میباشد پس مناطق مزبور معمولا مابین یك کیلو متر مربع و هفت یا هشت یا معمولا نه کیلو متر مربع محصور میباشند .

۲ - Repère

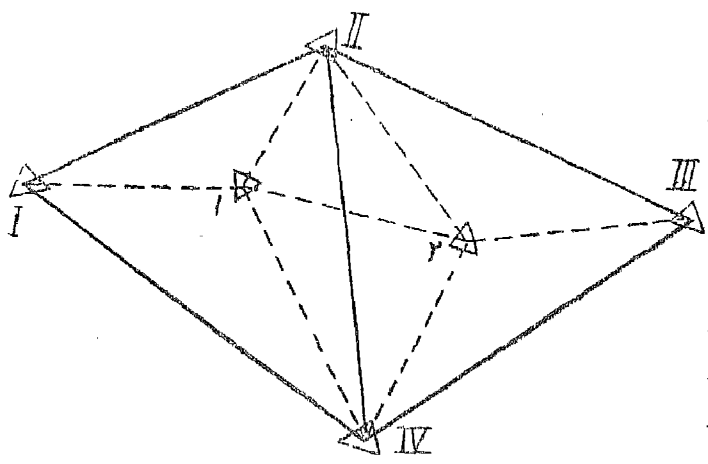
جزئی و الحاق آنها بهم ، نیز مفید میباشند .

در یك چنین منطقه عملیات مربوط به برداشت نقاط کانوا بدو مرحله تقسیم میگردند . نقاطیکه در این دو مرحله بدست میآیند ، بترتیب به **نقاط مرتبه اول کانوا** و **نقاط مرتبه دوم کانوا** موسومند .

الف) نقاط مرتبه اول کانوا (مثلث بندی) - این نقاط رئوس یکعده مثلث میباشند . پس باید زمین را مثلث بندی کرده ش۱ (رجوع بفصل دوم طرز مثلث‌بندی کردن زمین) رئوس این مثلث ها را **نقاط مثلثاتی** مینامند . اینها یا نقاطی هستند طبیعی مانند نوك برج ها ، دودکش‌ها ، منارها ، زوایای بامها ، برقگیرها و غیره یا آنکه نقاطی هستند مصنوعی از قبیل سکوهای کوچك بنائی شدهٔ مخصوص ، اهرام چوبی یا بتنی یا سنگی ، دگل های مخصوص ، بالیزها و غیره

معمولا درصورتیکه زمین خیلی وسیع ومثلث ها بزرك باشند اغلب در میان مثلثات مزبور مثلث های دیگری موسوم بدسته مثلثات مرتبه دوم [1] درج میکنند ؛ در اینصورت رئوس مثلثاتی دسته اول را **نقاط مثلثاتی مرتبه اول** یا بطور خلاصه **نقاط اولین کانوا** و رئوس مثلثات دسته دوم‌را **نقاط مثلثاتی مرتبه دوم** یا بطور خلاصه **نقاط دومین کانوا** میگویند .

نقاط مثلثاتی مرتبه دوم نیز یا طبیعی هستند یا مصنوعی و وضع آنها یا طریقه های تقاطع یا ترفیع یا انقطاع نسبت بنقاط مثلثاتی مرتبه اول تعیین‌میگردند و معمولا باید درهرکیلو متر مربع‌افلا یکی از این نقاط موجود باشد .



ش ۱

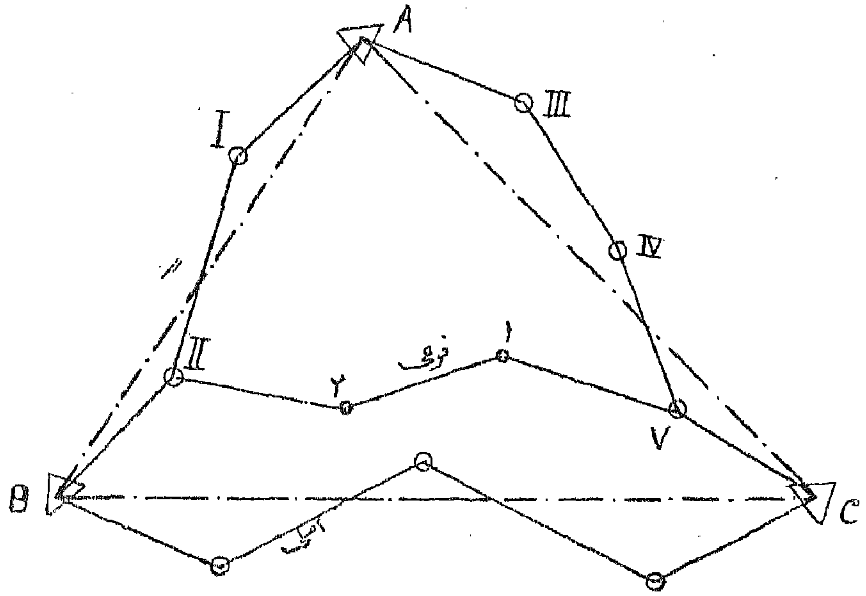
پس بطور خلاصه

نقاط مرتبه‌اول کانوا عبارتند از نقاط مثلثاتی مرتبه اول (یا نقاط‌اولین)و نقاط‌مثلثاتی مرتبه دوم (یا نقاط دومین) تعداد نقاط مرتبهٔ اول کانوا در هر کیلو مترمربع نباید از ۳ یا ۴ تا تجاوز کند . در شکل ۱ نقاطی را که بتوسط مثلث های کوچك مشخص کرده و با اعداد یونانی نشان داده‌ایم ، نمایش نقاط مثلثاتی مرتبه اول ونقاطی را‌که بتوسط مثلث های کوچك مشخص کرده و با اعداد فارسی‌نشان داده‌ایم ، نمایش نقاط مثلثاتی مرتبهٔ دوم میباشند . مجموعه این رئوس و اضلاع مثلثات را **کانوای مرتبه اول** یا **کانوای مثلثاتی** نیز گفته‌اند .

---

۱ - در منطقه هائیکه برای نقشه برداری در نظر میگیرند معمولا بندرت نقاط مثلثاتی مرتبه دوم لازم میگردند .

ب) نقاط مرتبه دوم کانوا (کثیرالاضلاع بندی) - نقاط مرتبهٔ اول کانوا که عموماً نقاط مثلثاتی میباشندبرای برداشت عوارض زمین کافی نیستند ، پس باید برای تکمیل کانوای نقشه برداری در یك منطقه وسیع نقاط دیگری بنام نقاط مرتبه دوم درنظرگرفت . این نقاط رئوس دو دسته پیمایش میباشند : یکدسته موسوم به **پیمایش های اصلی** که معمولا مابین نقاط مثلثاتی درج یا محصور میگردند ش ۲ . نقاط مزبور نباید زیاد از امتداد خطی که دو نقطه مثلثاتی را بهم وصل میکند ، دور شوند ؛ بعبارت دیگر هر پیمایش اصلی که میباید بین دونقطه مثلثاتی محصور شود باید حتی‌المقدور کشیده و بخط مستقیم نزدیك باشد . معمولا طول هر پیمایش اصلی نباید از یك کیلو متر



ش۲

تجاوز کند . برای تسهیل کار و دقت بیشتر معمولا آنها را در طول راه ها وجاده ها از میان آنها عبور میدهند و حتی‌الامکان از نزدیك عوارض میگذرانند و سعی میکنند هر پیمایش حداکثر عوارض و جزئیات را در بربگیرد .

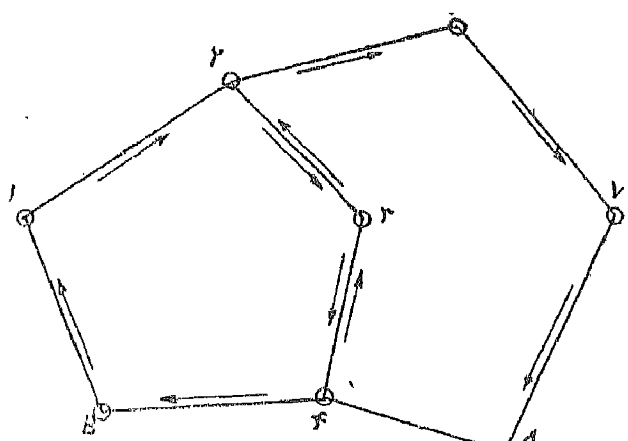
دسته دیگر به **پیمایش های فرعی** موسومند واینها معمولا رئوس پیمایش های اصلی را بهم‌وصل میکنند یعنی هر پیمایش فرعی بین دوراس پیمایش اصلی محصور یا درج میگردد ش ۲ . دقت برداشت آنها معمولا از دقت پیمایش های اصلی کمتر است و باید طوری تعیین گردند که حتی‌الامکان از میان جاده ها گذر نموده و ضمنا حداکثر جزئیات زمین را در بربگیرند .

در شکل۲ پیمایش هائیکه رئوس آنها بتوسط اعداد یونانی نمایش داده شده‌اند **اصلی** و آنها که رئوسشان بتوسط اعداد فارسی‌نشان داده شده‌اند**فرعی** میباشند . رئوس این دو دسته پیمایش جمعاً نقاط مرتبه دوم کانوارا تشکیل میدهند . مجموعه دوپیمایش غالبا **کثیرالاضلاع بندی** گفته میشود .

نقاط مرتبهٔ دوم کانوا چنانکه بعدها خواهیم دید بتوسط میخ های چوبی روی زمین تثبیت و مشخص میگردند و معمولا آنها را **نقاط سومین کانوا** نیز میگویند .

تشکیل کانوا برای قطعه‌زمین های وسیع	نقاط مرتبه اول کانوا (مثلث بندی)	نقاط مثلثاتی مرتبه اول (دسته مثلثات اول)
		نقاط مثلثاتی مرتبهٔ دوم (دسته مثلثات دوم [1])
	نقاط مرتبه دوم کانوا (کثیرالاضلاع بندی)	رئوس پیمایش‌های اصلی (بین نقاط مثلثاتی مرتبه اول درج میشوند)
		رئوس پیمایش های فرعی (بین رئوس پیمایش های اصلی درج میشوند)

ج) کثیرالاضلاع بندی در حالتیکه مثلث بندی لازم نمیباشد (کثیراضلاع بندی مطلق) ــ وقتی وسعت منطقه‌ایکه میخواهیم نقشه برداری کنیم از حدود پنجاه هکتار تجاوز ننماید (نیم کیلو متر مربع)تشکیل مثلث بندی لازم نیست . در اینصورت نقاط کانوا رئوس یکعده **کثیرالاضلاع مسدود** بنام پیمایش های **مسدود** میباشند . پس زمین را فقط باید کثیرالاضلاع بندی کرد ش۳ . کثیرالاضلاع ها اینجا نیزازمیان راه ها و جاده‌های موجودعبور میکنند وضمناً باید حد اکثر عوارض را در بربگیرند . در شکل ۳ رئوس کانوا بتوسط اعداد فارسی نشان داده شده و کانوا مرکب از دو کثیرالاضلاع مسدود است که جهت برداشت هر یک بتوسط سهم نشان داده شده است .



در موقع برداشت نقشه یک شهر اضلاع کثیرالاضلاع های مسدود بایستی خیابانها وکوچه های عمده شهر را در بربگیرند .

هرگاه قطعه زمینی که میخواهیم برداشت کنیم در حدود دو هکتار بوده و بطورکلی از چند هکتار تجاوز نکند ، کانوا فقط بصورت **یک کثیرالاضلاع مسدود** میباشد .

هرگاه قطعه زمینی که میخواهیم برداشت کنیم بصورت یک باند (نوار) کم‌عرض (بعرض ۵۰ تا ۵۰۰ متر) ولی بطول زیاد (در حدود چندین کیلو متر) باشد ، مانند وقتیکه بخواهیم نقشه

---

۱ ـ درصورتیکه لازم باشند زیرا معمولا در نقشه برداری بهمان مثلثات دسته اول و پیمایش های اصلی و فرعی اکتفا میکنند .

رقوم داری بمنظور تهیه مبنا برای بررسی پروژهٔ یك جاده، راه آهن ، کانالیزاسیون و غیره ، تهیه کنیم بدر اینصورت کانوا فقط بصورت پیمایشی است که تقریباً درطول محور حدسی جاده یاراه آتیه در نظر گرفته میشود .

III ـ یادآوری و بررسی طریقه پیمایش

۳) **اصل برداشت یك پیمایش ـ الف) یادآوری** ـ درکتاب اول گفتیم ، برداشت خط کثیرالاضلاعی که یك پیمایش را تشکیل میدهد شامل دوجور اندازه گیریست : یکی سنجش طول های اضلاع آن و دیگر سنجش زاویه هائی که برای تعیین امتداد آن اضلاع لازم میباشند .

ب) **انواع پیمایش** ـ بر حسب نوع سنجش های زاویه‌ای و طرز بکار بردن آنها ، دو دسته پیمایش تشخیص میدهیم : پیمایش زاویه سنجی ـ پیمایش منحرفه یا **آزیموتی**

پیمایش را زاویه سنجی گویند وقتیکه برای ساختمان ترسیمی یامحاسبه آن ، طولهای اضلاع **و زوایای بین آنها را** روی زمین اندازه بگیریم . این زوایا رایا بطور مستقیم بکار میبرند (درس چهارم ـ § ۱٤) یا آنکه از آنهابطور غیر مستقیم استفاده میکنند (درس چهارم ـ § ۱۵) در حالت اول آنها را بوسیله یك زاویه سنج منحرف نشده (تئودولیت ـ دایره دور بین دار ـ گرافومتر ـ پانتومتر و غیره) اندازه میگیرند . درحالت دوم زوایا رادر واقع حساب نمیکنند بلکه آنها را بطور غیر مستقیم همانطور که بعداً خواهیم دید ، در نظر میگیرند و این عمل بکمك یك اسباب **منحرف شده** بر طبق طریقهٔ تاکئو متری معمولی اجرا میشود .

ج) **پیمایش باز و پیمایش مسدود** ـ پیمایش را **باز** گویند وقتیکه بین دو نقطه مثلثاتی یا بین دوراس پیمایشی از مرتبه بالاتر ، درج گردد . پیمایش بازرا اغلب **پیمایش محصور** یا **پیمایش درج شده** نیز میگویند . وقتی این پیمایش زاویه سنجی باشد ، باید دو زاویه بین اضلاع نهائی آن با امتداد معلوم ضلع مثلث یاباخط واصل بین دوراس پیمایش مزبور ، نیز اندازه گرفته شود هرگاه آزیموتی باشدباید علاوه برآز یموت هریك از اضلاع ، آزیموت این امتداد هم معلوم گردد .

پیمایش را **مسدود** یا **بسته** گویند وقتیکه آخرین ضلع آن بنقطه آغاز برسد . در اینحالت نه فقط زوایائی را که نظراً برای ساختمان پیمایش لازمند ، اندازه میگیرند بلکه باید زوایائی را که رئوس آنهادر انتهای آخرین ضلع پیمایش است نیز اندازه گرفته شود و ضمناً طول این ضلع هم معلوم گردد

ملاحظه عملی :

۱ ـ اگر منطقه وسیعی که میخواهیم نقشه برداری کنیم متجاوز از صد هکتار باشد برای تشکیل کانوا زمین را مثلث بندی کنید ، پیمایش های اصلی را بین نقاط مثلثاتی (معمولا مرتبه اول) درج نمائید ، پیمایش های فرعی را بین رئوس پیمایش های اصلی درج کنید .

۲ ـ اگر وسعت زمین در حدود پنجاه یا شصت هکتار باشد ، برای تشکیل کانوا مثلث بندی لازم نیست بلکه فقط کافیست زمین را کثیرالاضلاع بندی نمائید ؛ این کثیرالاضلاع ها باید همه مسدود باشند .

۳ ـ اگر زمین در حدود دو و چند هکتار باشد کانوا یک کثیر اضلاع مسدود منجر میگردد
٤ ـ اگر زمین بصورت باند طویلی (برای بررسی راه ها) باشد کانوا بصورت یک پیمایش منحصر بفرد است .

درس دوم

تحقیق سنجش های زوایه‌ای یک پیمایش : تعمیم

۱ ـ کلیات
۲ ـ ملاحظات راجع بمحاسبه زوایا
۳ ـ پیمایش مسدود ساده
٤ ـ پیمایش باز
۵ ـ پیمایش مختلط

} تحقیق ـ خطای بست زاویه‌ای و حدقابل قبول آن ـ جبران

خلاصه

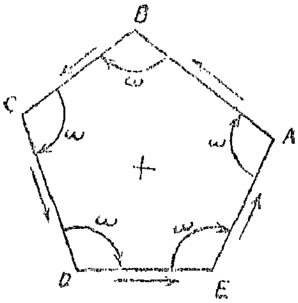
۴ ـ کلیات بطورکلی در یک کثیرالاضلاع سنجش های خطی وزاویه‌ای همیشه نادرستی‌هائی در بر دارند که منتجه آنها بتوسط **خطای بست** آن کثیر الاضلاع یا پیمایش آشکار میگردد . این نادرستی ها از دو نوعند :

۱ ـ خطاها یا نادرستی های کوچک که غیر قابل‌احتراز میباشندودر اثر عدم تکمیل اسبابها و حواس ما بوجود میآیند .

۲ ـ غلط ها یا نادرستی‌های فاحش که غالباً در اثر غفلت و عدم توجه شخص نقشه بردار یا کمک های او بوجود میآیند از قبیل غلطهائی که معمولاً موقع خواندن زرینه ، میر ، نوار ، متر ، یادر اثر فراموشی و سهل انگاری ، پیش میآیند .

با یک دقت و مواظبت دائمی یا برداشت سنجش‌های‌اضافی جهت کنترل ، میتوان تااندازه‌ای این غلط ها را حذف یا آنکه کشف و تصحیح نموده .

بر عکس ، غالب خطاها را نه میتوان تصحیح کرده ونه میتوان از آنها احتراز نمود ، فقط در اثر تکمیل وسائل و قواعد و مهارت شخص نقشه بردار و اشخاص کمکی او میتوان تا اندازه‌ای از بزرگی آنها کاست .



۵) ملاحظات راجع بمحاسبه‌زوایا ـ الف) زاویه نقشه برداری ـ پیمایش غیر مشخص ABCDE را در نظر میگیریم ش ٤ . فرض میکنیم‌برای برداشت این پیمایش ، آنرا در جهت‌معینی مثلا جهت سهم (روی شکل) ، پیمائیم . در هر راستی مثل B نسبت بجهتی که انتخاب میکنیم، امتداد BA را امتداد عقب و امتداد BC را امتداد جلو مینامیم و قراولروی روی نقطه قبلی

A را **قراولروی عقب** و قراولروی روی راس بعدی C را **قراولروی جلو** میگوئیم . با در نظر گرفتن این قرارداد **برای محاسبه زاویهٔ راس B ، قرائت روی لمب متناظر باقراولروی‌عقب را از قرائت روی لمب متناظر باقراولروی جلو کم میکنیم و در صورتیکه عمل تفریق ممکن نگردد باندازهٔ یکدایره‌کامل به قراولروی جلو اضافه می‌نمائیم :**

اگر $l_C \geqslant l_A$ باشد $ABC = l_C - l_A$.

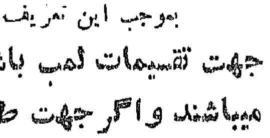
اگر $l_C \leqslant l_A$ باشد $ABC = l_C - (l_A + 400)$

زاویه‌ایکه بدین ترتیب بدست‌میآید به **زاویه نقشه برداری** بین دو امتداد همجوار BA و BC موسوم‌است . پس در هر راس پیمایش یك زاویه نقشه برداری موجود میباشد و میتوان برای آن تعریف کلی زیر را بیان نمود :

زاویه‌نقشه برداری در هرراس زاویه‌ایست‌که باندازه آن باید تصویر قراولروی عقب را در جهت تقسیمات لمب اسباب دوران داد ، تا برامتداد تصویر افقی قراولروی جلو منطبق گردد یعنی در شکل ٤ ، BA رادر جهت تقسیمات لمب‌دوران دهیم تا بر BC منطبق شود . ما زاویه نقشه برداری رابه u نشان میدهیم .

بموجب این تعریف ، **هرگاه در یك کثیرالاضلاع مسدودجهت طی پیمایش جهت تقسیمات لمب باشد ، زوایای نقشه‌برداری زوایای خارجی کثیرالاضلاع میباشند واگرجهت طی آن، جهت مخالف تقسیمات لمب اسباب باشد ، زوایای داخلی خواهند بود .**

حالا این ملاحظه را عمومیت داده بآن شکلی میدهیم که هم در پیمایش ساده (مسدود یاباز) و هم بطور کلی در پیمایش های مختلط صادق باشد . قبلا یاد آوری میکنم که مجموع دو زاویه هر راس پیمایش چهار قائمه است و مجموع دو زاویه نقشه برداری متقابل براس در هرراس نیز چهار قائمه میباشد ش ٥ .



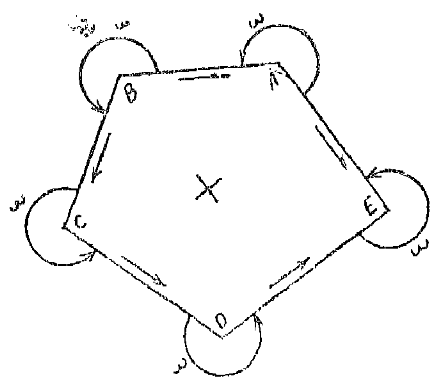
در نقشه برداری عکس جهت حرکت عقربه های‌ساعت را بعنوان جهت مثبت یا جهت مستقیم و جهت موافق آنرا بمنزله جهت منفی یا معکوس در نظر میگیرند .

حالا در یك کثیرالاضلاع ساده و مسدود برحسب آنکه جهت طی آن برای محاسبه زوایای نقشه برداری ، جهت مثبت یا جهت منفی باشد و همچنین بر حسب آنکه جهت تقسیمات لمب اسباب نیز مثبت یا منفی باشد ، میتوان چهار حالت زیر را در نظر گرفت :

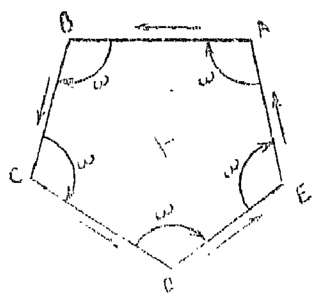
جهتی که برای پیمودن کثیر الاضلاع و محاسبه زوایای نقشه برداری انتخاب میکنیم:

- جهت + (خلاف جهت عقربه های ساعت) (کثیر الاضلاع را مثبت گویند)
  - جهت تقسیمات لمب + (مخالف عقربه‌ها) (در اینصورت زوایای نقشه‌برداری « زوایای خارجی میباشند ش ٦)
  - جهت تقسیمات لمب − (موافق عقربه‌ها) (دراینصورت زوایای نقشه برداری « زوایای داخلی میباشند ش ٧)
- جهت − (موافق جهت عقربه های ساعت) (کثیر الاضلاع را منفی گویند)
  - جهت تقسیمات لمب + (دراینصورت زوایای نقشه‌برداری « زوایای داخلی لمب میباشند ش ٨)
  - جهت تقسیمات لمب − (زوایای نقشه‌برداری « زوایای خارجی هستند ش ٩)

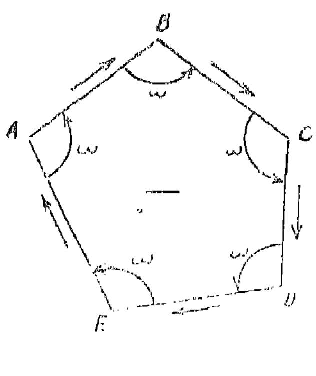
تبصره - کثیر الاضلاع را مثبت گویند وقتیکه جهت طی آن مثبت باشد و منفی گویند وقتی که جهت طی آن منفی باشد



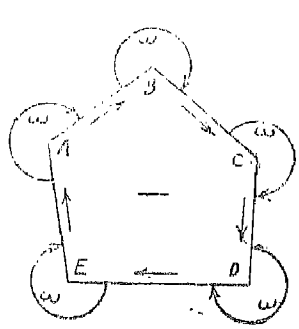
ش ٦



ش ٧



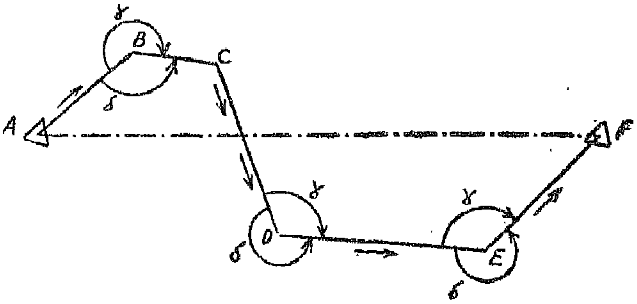
ش ٨



ش ٩

در پیمایش باز نیز هرگاه جهتی برای طی پیمایش انتخاب کنیم ، میتوانیم زوایای رئوس آنرا بعوض نام زوایای داخلی و خارجی ، نسبت بجهتی که اختیار مینمائیم ، آنهارا زوایای طرف راست و طرف چپ بگوئیم . دراینصورت قاعده فوق برای محاسبه زوایای نقشه برداری چنین بدست میدهد :

شکل ۱۰



۱- هرگاه جهت تقسیمات لمب مثبت باشد زوایای نقشه برداری زوایای طرف راست میباشند (δ)

۲- هرگاه جهت تقسیمات لمب منفی باشد ، زوایای نقشه برداری زوایای طرف چپ خواهند بود (γ)

بطور خلاصه میتوان وضع و موقعیت زوایا را نسبت به پیمایش در همه حال از جدول زیر هم فهمید :

جهتی که روی یك پیمایش ساده برای طی آن در نظر گرفته‌ایم	زوایای نقشه برداری حاصله وقتیکه اسباب در جهت + تقسیم بندی شده باشد	زوایای نقشه برداری حاصله وقتیکه اسباب در جهت − تقسیم بندی شده باشد
	۱) حالت یك پیمایش باز	
	زوایای طرف راست δ	زوایای طرف چپ γ
	۲) حالت یك پیمایش مسدود	
جهت +	زوایای خارجی	زوایای داخلی
جهت −	زوایای داخلی	زوایای خارجی

ب) مجموع زوایای نقشه برداری در یك پیمایش - ابتدا این مجموع را برای یك کثیرالاضلاع ساده مسدود حساب کرده و بعد برای کثیرالاضلاع های مختلط محاسبه مینمائیم .

حالت ۱) کثیرالاضلاع ساده و مسدود - هرگاه در یك کثیرالاضلاع ساده و مسدود زوایای نقشه برداری زوایای داخلی باشند ش ۷ و ش ۸ ، مجموع آنها چنین میباشد :

$$\sum \omega = 2n - 4$$

و اگر زوایای خارجی باشند ، مجموع آنها چنین است :

$$\sum \omega = 2n + 4$$

میتوان بطور کلی این دو رابطه را بصورت زیر نوشت :

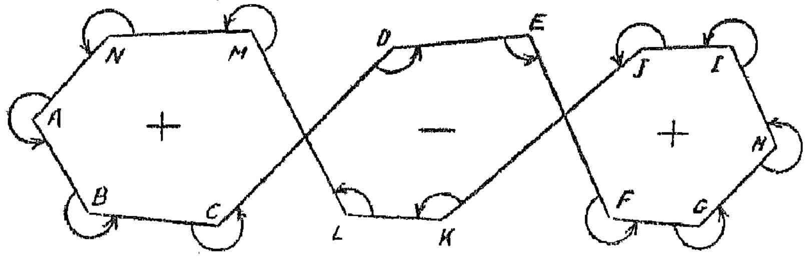
$$(1) \quad \sum \omega = 2n \pm E$$

که در آن بر حسب آنکه زوایای نقشه برداری زوایای خارجی یا داخلی باشند مقدار E مساوی

$+4$ یا -4 قائمه است ؛ این مقدار را **زیادتی زاویه‌ای** کثیرالاضلاع مینامند پس :

مجموع زوایای نقشه برداری مساویست با $2n$ قائمه بعلاوه زیادتی زاویه‌ای

حالت ۳) کثیرالاضلاع مختلط = کثیرالاضلاع مختلطی مطابق شکل ۱۱ در نظر میگیریم . میخواهیم دستوری برای محاسبه مجموع زوایای نقشه برداری آن پیدا کنیم .



ش ۱۱

فرض میکنیم این کثیرالاضلاع مختلط از p کثیرالاضلاع سادهٔ نظیر فوق تشکیل شده باشد و Σ مجموع تمام n زاویه نقشه برداری کثیرالاضلاع مختلط مزبور باشد .

همچنین فرض میکنیم Σ_1 و Σ_2 و ... و Σ_p مرتباً مجموع‌های زوایای نقشه‌برداری کثیرالاضلاع های ساده و n_1 و n_2 و ... و n_p تعداد اضلاع یا رئوس آنها باشند و E_1 و E_2 و ... E_p ، بترتیب زیادتی‌های زاویه‌ای‌شان باشند . بموجب رابطه (۱) برای p کثیرالاضلاع ساده‌ایکه آنرا تشکیل میدهند ، بترتیب چنین خواهیم داشت .

$$\Sigma_1 = 2n_1 + E_1$$
$$\Sigma_2 = 2n_2 + E_2$$
$$\text{— — — — — —}$$
$$\Sigma_p = 2n_p + E_p$$

طرفین این روابط را باهم جمع میکنیم وضمناً درنظر میآوریم که در هر نقطه تلاقی دو زاویه نقشه برداری متقابل براس وجود دارد و مجموع آنها چهار قائمه میباشد (رجوع به ش ۵) . همچنین مجموع $\Sigma_1 + \Sigma_2 + \cdots + \Sigma_p$ مساوی Σ مجموع تمام زوایای کثیرالاضلاع بعلاوهٔ $p - 1$ دفعه ۴ قائمه خواهد بود ؛ پس مجموع طرف‌های اول چنین میگردد :

$$\Sigma_1 + \Sigma_2 + \cdots + \Sigma_p = \Sigma + 4(p - 1)$$

در مجموع $n_1 + n_2 + \cdots + n_p$ هر یك از $p - 1$ نقطه تلاقی دودفعه محسوب میشود زیرا در آن واحد بدو کثیرالاضلاع ساده مجاور تعلق دارد . پس

$$n_1 + n_2 + \cdots + n_p = n + 2(p - 1)$$

همچنین زیادتی‌های E_1 و E_2 و ... E_p دو بدو در هر دو کثیرالاضلاع سادهٔ متوالی صفر میگردند (زیرا اگر در یکی از کثیرالاضلاع های ساده قسمتی ، زوایای نقشه برداری زوایای داخلی باشند در کثیرالاضلاع بعدی ، خارجی خواهند بود) و بالاخره برای مجموع این زیادتی‌ها ، یا $+4$ یا ۰ یا -4 قائمه باقی خواهد ماند (زیرا جملات E متناوباً $+4$ و -4 قائمه میباشند پس اگر تعداد کثیرالاضلاع ساده‌ایکه کثیرالاضلاع مختلط مزبور را تشکیل میدهند ، زوج باشد مجموع کلی Eها صفر است ولی

اگر تعداد کثیر الاضلاع های ساده فرد باشد ، مجموع کلی E ها یا ٤ + یا ٤ − خواهد بود) که آنرا زیادتی زاویه‌ای E کثیر الاضلاع کلی مختلط میگویند . پس بالاخره چنین نتیجه میشود :

$$\Sigma + ٤ (p - ١) = ٢ n + ٤ (p - ١) + E$$

و یا $\Sigma = ٢ n + E$

یعنی با واسطه تعریفی که برای زیادتی زاویه‌ای کثیر الاضلاع کلی میکنیم ، فورمول (١) که نخست برای کثیر الاضلاع ساده بدست آمده بود ، بطور مطلق عمومی است

٦) پیمایش مسدود ساده = تحقیق زوایا – خطای زاویه‌ای و حد قابل قبول آن — جبران :

در شرح مربوط باصل برداشت (که قبلا گفتیم) واصل ساختمان یك پیمایش (که بعد خواهد آمد) ، بطور صریح فرض کرده‌ایم که سنجش‌ها ازیکطرف وعملیات ترسیمی ، از طرف دیگر ، عاری از خطا باشند . در حقیقت هرگز اینطور نخواهد بود . بلکه باید در هر پیمایش خطای کلی راتحقیق و تعین نموده و سپس آنرا از بین برد ؛ برای از بین بردن این خطا آنرا روی زوایا و اضلاع متوالی توزیع میکنند ؛ این توزیع را جبران میگویند .

بطورکلی پیش‌از اقدام بساختمان ترسیمی یا محاسبه‌ای یك پیمایش ، میتوان خطاهای زاویه‌ای را آشکار ساخته جبران نمود .

مجموع حقیقی n زاویه نقشه برداری یك پیمایش مسدود چنین است :

$$\Sigma \omega = ٢ n \pm ٤$$

مجموع همین n زاویه وقتیکه آنها را با اسباب اندازه میگیریم معمولا $\Sigma\omega$ نیست بلکه $\Sigma\omega'$ میباشد که اختلاف آن با $\Sigma\omega$ چنین است .

$$f_\omega = \Sigma\omega' - \Sigma\omega$$

اختلاف f_ω را **خطای بست زاویه ای** میگویند . این خطای بست نباید از حد اعلی معینی بنام **حد قابل قبول** یا **تخلف مجاز زاویه‌ای** ، تجاوز کند . حالا میخواهیم مقدار این تخلف مجاز را معلوم کنیم :

هر زاویه سنج برای سنجش هر زاویه‌دارای خطای معلومی است موسوم به **خطای متوسط کوادراتیك** (١) که مقدار آن با نوع زاویه سنج فرق میکند . خطای متوسط کوادراتیك خطائی است که مجذور آن با مقدار متوسط مجذور های تمام خطا های دیگریکه در سایر قرائت ها دست میدهد ، مساویست (٢) . هرگاه آنرا به ε نمایش دهیم همین خطا در مجموع n زاویه کثیر الاضلاع

---

١ — quadratique

٢ — میدانیم که هر قرائت روی لمب دستگاه دارای یك خطای اتفاقی است که در اثر عدم تکمیل حواس و قوای ما که قراولروی ها و قرائت ها را اجرا کرده‌ایم ، بوجود میآید . این خطای اتفاقی محققا بمهارت شخص عمل کننده بستگی دارد . باوجود این برای عمل کنندگان ورزیده خطای متوسط کوادراتیك مرتکبه (یعنی خطائیکه مجذورش مساویست با متوسط مجذورات خطاهائیکه روی تمام قرائت هامرتکب میشوند) برای یك اسباب معین ، تقریبا ثابت میباشد (رجوع بفصل سوم بررسی خطاها)

$\varepsilon\sqrt{n}$ خواهد بود و آنوقت برای تخلف مجاز زاویه‌ای مزبور معمولاً مقدار $۲٫۵\,\varepsilon\sqrt{n}$ را اختیار میکنند و چنین مینویسند :

$$f_\omega \leqq ۲٫۵\,\varepsilon\sqrt{n}$$

یعنی f_ω نباید از نباید از $۲٫۵\,\varepsilon\sqrt{\omega}$ تجاوز کند.

وقتی خطای بست زاویه‌ای قابل قبول واقع شد، باید از بین برود ؛ برای این منظور باید آنرا روی تمام زوایای $\bar{\omega}$ که اندازه گرفته‌ایم توزیع سازیم . پس f_ω را بطور تساوی بین n زاویه کثیرالاضلاع تقسیم میکنیم و آنوقت بهر زاویه با علامت منها تصحیح جبرانی مساوی $-\frac{f_\omega}{n}$ میرسد ؛ یعنی این مقدار باید بهر زاویه اضافه شود بقسمیکه اگر $\bar{\omega}$ مقدار اندازه گرفته شدهٔ هر زاویه باشد، مقدار تصحیح شدهٔ آن چنین خواهد بود :

$$\omega_0 = \bar{\omega} - \frac{f_\omega}{n}$$

بالاخره باید بعنوان آزمایش محاسبات رابطه زیر برقرار باشد :

$$\Sigma\omega_0 = ۲n - ٤$$

جدول زیر خطای متوسط کوادراتیک ε در سنجش یك زاویه را در شرایط معمولی برای اسبابهای مختلف بدست میدهد :

خطای متوسط کوادراتیك ε یك زاویه برای اسبابهای مختلف

نوع اسباب	مقدار ε برحسب دقیقه	مقدار ε برحسب سانتیگراد
گرافومتر	تقریباً ± ۲/۵	تقریباً ± ۵
پانتومتر	۵	۱۰
قطب نمای بدون دوربین	۷	۱٤
گونیای مساحی (خطای متوسط یك زاویه قائمه)	۵	۱۰
تئودولیت (عملیات خیلی دقیق مانند مثلث بندی ها)	۲۰	۰/۶
تئودولیت ـ تاکئومتر / دایره خط گذاری (۱) — عملیات دقیق (وقتیکه قطر لمب ۱۵ر۰ متر میباشد)	۳۰	۱
دایرهٔ خط گذاری / دایرهٔ رئودزی (۲) — عملیات سریع (وقتیکه قطر دایره لمب تقریباً ۱۰ر۰ میباشد	۲	٤
دایرهٔ ژئودزی (عملیات معمولی)	۱	۳

مثال ۱ ـ با یك گرافومتر زوایای یك کثیرالاضلاع مسدود ۹ ضلعی را اندازه گرفته‌ایم. تخلف مجاز زاویه ای را حساب کنید

$۲٫۵ \cdot ۲٫۵ \cdot \sqrt{۹} = \pm ۱۸٫۷۵$ دقیقه (تقریباً)

مثال ۲ ـ با یك تئودولیت زوایای یك کثیرالاضلاع مسدود ۲۵ ضلعی را اندازه گرفته ایم. تخلف مجاز زاویه ای را حساب کنید

$۲٫۵ \cdot ۱ \cdot \sqrt{۲۵} = \pm ۱۲٫۵$ سانتیگراد

مثال ۳ ـ ۱۶ زاویه یك کثیرالاضلاع مسدود را بوسیله یك گرافومتر اندازه گرفته ایم. این گرافومتر در شرایطی نظیر شرایط عمل، هرزاویه را با خطای کوادراتیك ۰٫۰۵ گراد بدست میدهد. تخلف مجاززاویه‌ای را معلوم کنید

$۲٫۵ \cdot ۰٫۰۰۵ \cdot \sqrt{۱۶} = ۰٫۰۵$ گ $= ۲۷$ دقیقه

مثال ۴ ـ در کثیر الاضلاع ۱۶ ضلعی مثال ۳ فرض میکنیم مجموع زوایائی که با گرافومتر اندازه گرفته ایم ۲۷۹۹٫۷۶ گراد باشد. خطای بست زاویه ای را اگر قابل قبول میباشد توزیع کنید (جبران کنید)

خطای بست زاویه ای چنین است

$$f_\alpha = \Sigma \omega' - \Sigma \omega = ۲۷۹۹٫۷۶ - (۱۶ - ۲)\ ۲۰۰$$
$$= -۰٫۲۴ \text{ گراد}$$

چنانکه می بینیم خطای بست از تخلف مجاز ۰٫۵ (مثال ۳) کوچکتر میباشد، پس خطا قابل قبول است و باید از بین برود؛ چون آنرا روی تمام زوایا توزیع کنیم بهر زاویه از لحاظ جبری

تصحیح $+۰/۰۱۵ = \frac{-۰/۲۴}{۱۶} -$ گ میرسد که باید بآن اضافه شود

مثلا برای آنکه میلی گرادها را ننویسیم، بزوایای ردیف فرد (اولی و سومی و پنجمی و ...) مقدار ۰٫۰۱ گراد و بزوایای ردیف زوج (دومی و چهارمی و ...) مقدار ۰/۰۲ گراد را اضافه مینمائیم. حال ساختمان (ترسیمی یا محاسبه ای) پیمایش را بکمك زوایای جبران شده اجرا میکنیم و خطای بست ترسیمی را (هرگاه وجود داشته باشد) جداگانه جبران مینمائیم

---

۱ ـ Cercle d alignement نام اسبابیست نظیر تئودولیت که لمب والیداد قائم ندارد و معمولاً در عملیات تصویر برداری دقیق و رسم امتداد های مهم مورد استفاده قرار میگیرد

۲ ـ Cercle geodesique نام اسبابیست نظیر دایرهٔ خط کناری که درآن یکی از تکیه گاههای دوربین حذف شده و دوربین فقط روی یك تکیه گاه سوار است. این اسباب نیز در عملیات تصویر برداری معمولی بکارمیرود و ضمناً باید دانست که از لحاظ ژئودزی امروزی هم چندان معنائی ندارد.

۷) پیمایش باز و بطور کلی مختلط = در پیمایش بازیکه بین دو نقطه مرئی از هم محصور میباشد، زوایای خط واصل بین آندو نقطه را باضلع اول و ضلع آخر پیمایش نیز اندازه گرفته و پیمایش را بیك پیمایش مسدود تشبیه میکنند. گفتیم دستور $\Sigma \omega = 2n + E$ که در باره یك کثیر الاضلاع ساده بدست آوردیم، بطور کلی برای کثیر الاضلاع های مختلط نیز صادق میباشد بشرط آنکه مقدار زیادتی زاویه ای E برحسب حالت، ٤+ یا ٠ یا ٤− قائمه باشد

برای بکار بردن دستور فوق در یك پیمایش مختلط نخست بطور موقت ساختمان مختصری از پیمایش اجرا میکنیم؛ بعد تعداد کثیر الاضلاعهای سادهٔ قسمتی آنرا میشماریم. اگر این تعداد زوج باشد مقدار $E = 0$ است؛ اگر فرد باشد، مقدار E برحسب حالت، ٤+ قائمه یا ٤− قائمه خواهد بود

خطای بست زاویه ای هم مانند یك کثیر الاضلاع ساده محاسبه و توزیع میشود

وقتی شبکه ای شامل چندین کثیر الاضلاع که بهم چسبیده اند باشد، خطاهای زاویه ای بست را نمیتوان بطور ساده که ذکر شد توزیع نمود، معمولا بترتیبی که بعداً (§ ١٤ درس چهارم) خواهد آمد ژیزمانهای موقتی اضلاع را حساب میکنند. بعد خطاهای بست زاویه ای را حساب کرده بترتیبی که در همان § شرح داده خواهد شد، توزیع میکنند.

خلاصه درس:

١ ـ هرگاه جهتی برای طی پیمایش انتخاب کنیم برای تعیین زاویه نقشه برداری درهر رأس کافیست نسبت بجهت انتخابی مزبور، قرائت روی لمب متناظر با قراولروی عقب را از قرائت متناظر با قراولروی جلو کم نمود و در صورت لزوم ٤ قائمه به قرائت روی جلو افزود.

بعبارت دیگر زاویه نقشه برداری زاویه ایست که باندازهٔ آن باید تصویر افقی قراولروی عقب را در جهت تقسیمات لمب زاویه سنج دوران داد تا بر امتداد تصویر افقی قراولروی جلو منطبق گردد

٢ ـ اگر جهت طی پیمایش، جهت تقسیمات لمب باشد، زوایای نقشه برداری زوایای خارجی و اگر جهت طی آن خلاف جهت تقسیمات لمب باشد، زوایای داخلی خواهند بود

٣ ـ در یك پیمایش بازهرگاه جهتی برای طی پیمایش انتخاب کنیم، نسبت باین جهت هرگاه تقسیمات لمب در جهت مثبت باشد، زوایای نقشه برداری زوایای طرف راست، و اگر جهت تقسیمات لمب منفی باشد، زوایای نقشه برداری، زوایای طرف چپ خواهند بود.

٤ ـ مجموع حقیقی زوایای نقشه برداری دریك کثیر الاضلاع ساده از دستور (١) بدست میآید که در آن E مساوی ٤+ یا ٤− قائمه است. در کثیر الاضلاع مختلط نیز از همین دستور بدست میآید بشرط آنکه بر حسب حالت E را ٤+ یا ٠ یا ٤− قائمه اختیار کنیم.

٥ ـ خطای بست زاویه ای یك پیمایش اختلافیست که بین مجموع زوایای اندازه گرفته شده و آنچه که برای این مجموع حقیقة هست، وجود دارد.

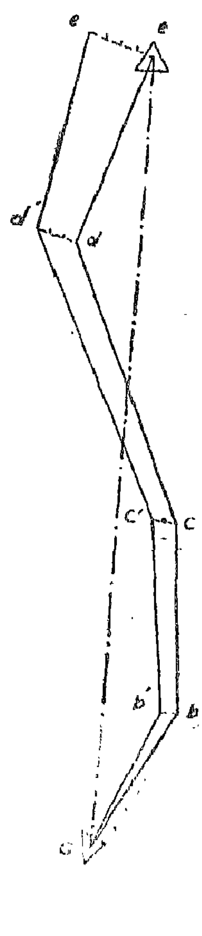
۶ ـ خطای بست یك کثیر الاضلاع نباید از حد اعلی خود یا حد قابل قبولی که **تخلف مجاز** نام دار تجاوز کند . مقدار این تخلف تقریباً $\sqrt{n}\ \varepsilon$ ۲ر۰ میباشد که در آن ε خطای متوسط کوادراتیك اسبابی است که برای اندازه گیری زوایا بکار رفته است . ε برای تئودولیت درعملیات دقیق تقریباً یك سانتیگراد یا ۳۰ دقیقه میباشد و مقدار آن برای زاویه سنج های دیگراز جدولی که در درس دوم ذکر شده ، معلوم میگردد .

۷ ـ وقتی خطای بست زاویه ای قابل قبول باشد باید آنرا روی تمام زوایا توزیع نمود (جبران) اگر غیر قابل قبول باشد ، دلیل بر آنست که یك یا چند غلط احتمالی موجود میباشد و قبل از هرچیز باید آنهارا تجسس نموده تصحیح کرد یا آنکه زوایا را ازنو با دقت اندازه گرفت :

۸ ـ پیمایش باز را وقتی که نقاط نهائی آن ازهم دیده میشوند ، مانند پیمایش مسدود جبران میکنند

درس سوم

ساختمان و جبران یك پیمایش از راه ترسیم



۱ ـ پیمایش باز **۲ ـ پیمایش مسدود**

خلاصه

۱ ـ ساختمان و تحقیق :

۲ ـ تجسس غلط ها

۳ ـ جبران یا توزیع خطای بست :

۸) پیمایش باز = الف) کلیات ساختمانی ـ در طریقه پیمایش بموجب اندازه گیریهائی کهاجرا میکنیم ، هر راس بتوسط مختصات قطبی اش براس پیش مربوط میگردد . در پیمایش باز abcde که مابین دو نقطه مثلثاتی یا بین دو راس پیمایش هائی از مرتبه بالاتر درج میگردد ، باید بتوانیم بکمك مقادیری که روی زمین اندازه گرفته ایم پیمایش را نسبت بخط ae ضلع مثلث توجه سازیم یعنی وضعیت آنرا نسبت باین خط معین کنیم . ش ۱۲

در پیمایش منحرفه که آزیموت های اضلاع پیمایش و هم آزیموت ضلع ae معلومند ، این عمل اشکالی نخواهد داشت ؛ در اینصورت امتداد های اضلاع بهم بستگی ندارند و امتداد هرکدام نسبت بخطی که از مبداء ضلع بموازات نصف النهار رسم میشود ، تعیین میگردد .

در پیمایش زاویه سنجی باید روی زمین زاویه eab بین ضلع اول وخط ae نیز اندازه گرفته شود تا موقع نقل پیمایش روی کاغذ وضع

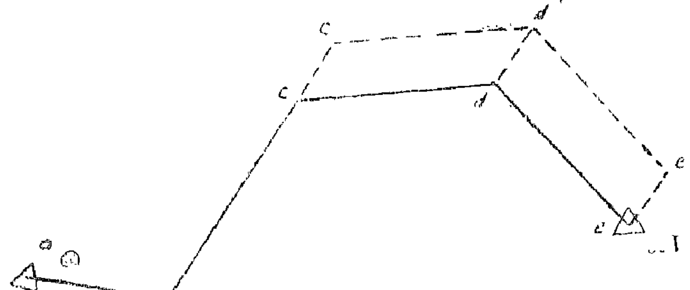
ضلع ab نسبت بمبداء ae معین باشد ، همچنین زاویه dea راهم اندازه میگیرند تا پیمایش یک پیمایش مسدود تشبیه گردد و ضمناً وسیلهٔ تحقیقی برای زوایا بدست آید (درس پیش) .

ب) تحقیق ـ فرض میکنیم a و e تصویر های معلوم دو نقطه مثلثاتی باشند ش ۱۲ . هرگاه ساختمان پیمایش را از نقطه a شروع کنیم ، انتهای آخرین ضلع آن باید نظراً بر e منطبق گردد ؛ اما چون تمام اندازه گیریهائیکه روی زمین اجرا میکنیم و همچنین تمام عملیات ترسیمی که برای ساختمان پیمایش لازمند ، خطاهای کوچکی در بردارند ، پس انتهای پیمایش در نقطه e نبوده بلکه بوضع ′e در مجاورت e قرار میگیرد . اختلاف ′ee را **جدائی بست** یا آنکه بطور کلی **خطای بست**(۱) مینامند ؛ این جدائی معرف و حاصل تمام غلط هائیست که ما در سنجش های زاویه‌ای و سنجش های خطی ، و نقل نقشه (نقل برداشت) ، مرتکب شده‌ایم و نباید از حد اعلی‌ای بنام **حد قابل قبول یا تخلف مجاز**(۲) تجاوز کند ؛ این حد ، جدائی یا خطای ماکزیمی است که از تجمع عادی خطاهای کوچکی که غیر قابل احترازند (اتفاقی یا دستگاهی) نتیجه میشود .

هرگاه خطای بست مزبور از این تخلف مجاز تجاوز کند ، دلیل بر آنست که یک یا چند غلط فاحش موجود است و قبل از هرچیز باید آنها را پیدا کنیم .

عنقریب در خصوص پیمایش‌هائیکه از راه محاسبه تعیین میگردند خواهیم دید که چگونه میتوان اندازهٔ این تخلف مجاز را معلوم نمود . برای پیمایش‌هائیکه از راه ترسیم ساخته میشوند و روی نقشه بسط کلی آنها از یک متر تجاوز نمیکند ، خطای بست ′ee در عملیات دقیق نباید از ۲ میلیمتر تجاوز کند و در عملیات کم دقت که با اسباب های معیوب یا اشخاص ناشی انجام میشود ، تقریباً نباید از ۵ یا ٦ میلیمتر تجاوز نماید .

ج) تجسس غلط ها ـ وقتی خطای بست از تخلف مجاز تجاوز کند ، باید غلطهائی را که در ساختمان ترسیمی یا در عملیات روی زمین مرتکب شده‌ایم ؛ تجسس کنیم و بعد آنها را تصحیح نمائیم . ملاحظات زیر اجراء این تجسس را راهنمائی و تسریع میکنند .



ش ۱۳

الف) غلط های روی طولها ـ پیمایش باز abcde را در نظر میگیریم ش ۱۳ . فرض میکنیم در اثر غلطی که در سنجش یا در نقل فاصله bC مرتکب شده ایم ، روی نقشه بعوض

---

۱ ـ چون نقاط a و e معلومند پس خط واصل بین آنها معین است و مسیر cabcde را میتوان بمنزلهٔ پیمایشی که باید روی نقطه e بسته شود ، در نظر گرفت . کلمه جدائی بست یا خطای بست که باختلاف ′ee اطلاق میشود ، از اینجاست . این خطای بست شامل خطای بست زاویه‌ای که در درس دوم ذکر کردیم نیز میباشد .

۲ ـ این تخلف مجاز شامل تخلف مجاز زاویه‌ای ، نیز میباشد

طول bc طول bc̄ ترسیم گردیده است ، چون تمام زوایا را صحیح فرض کرده ایم پس اضلاع بعدی c̄d̄ و d̄ē متوالیاً بموازات cd و de قرار خواهند گرفت ، از آنجا چنین نتیجه میشود :

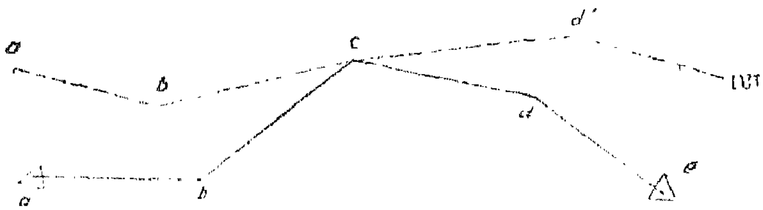
$$\bar{d}\bar{e} = de \quad و \quad \bar{c}\bar{d} = cd$$

یعنی cc̄ و dd̄ و eē باهم موازی ومساوی میباشند ؛ یعنی خط بست eē با ضلع ناصحیح bc̄ موازی و با غلط مرتکبه مساوی میباشد . پس :

هرگاه در پیمایش بازی فقط یکی از اضلاع بطور قابل توجه خطادار باشد ، خط بست تقریباً موازی آن ضلع بوده و طول آن کمیت غلط را معلوم میکند .

ب) غلط در زوایا ـ همان پیمایش را درنظر میگیریم ؛ اینمرتبه فرض میکنیم که خطای غیر قابل قبول بست ēe فقط در اثر غلطی باشد که در سنجش یا نقل یک زاویه مثلا زاویه راس c دست داده است . ش ۱٤

ش ۱٤



چون زوایای محصور بین رئوس a و c صحیح فرض شده اند ، پس قسمت اول abc پیمایش که ترسیم شده است صحیح میباشد ؛ بخصوص وضع نقطه c کاملا معین خواهد بود اما وضع رئوس بعدی d̄ و ē که از ساختمان ترسیمی نتیجه میشوند ، تغییر میابد .

حال ساختمان ترسیمی دومی در جهت عکس ساختمان اول ، از آغاز نقطهٔ نهائی e اجرا میکنیم باز چون زوایای محصور بین نقطه e و راس c صحیح فرض شده اند ، پس این قسمت پیمایش نیز صحیح میباشد ونقطه c کاملا درجای صحیح خودقرار دارد و فقط جاهای رئوس بعدی b̄ و ā تغییر میابند .

چون در این دو ساختمان معکوس ، نقطه c کاملا در جای خود میباشد ، پس دو مسیر abc d̄ e و edcb̄ ā که بترتیب فوق ترسیم میگردند ، باید دقیقا یکدیگر را در نقطه c قطع کنند یعنی در راسی که غلط زاویه‌ای وجود داشته است :

وقتی دریک پیمایش باز فقط یکی از زوایا بطور قابل توجه خطادار باشد ، دو مسیری که در جهات مخالف از مبداء و انتهای معلوم آن ترسیم میگردند ، یکدیگر را در راس زاویه خطادار قطع میکنند .

ج) غلط در طولها ودر زوایا ـ پیمایشی را ترسیم کرده‌ایم . خطای بست آن غیر قابل قبول میباشد ؛ پس معلوم میشود در سنجش های خطی و زاویه‌ای آن غلطهائی موجود

بوده است . میخواهیم آنها را تجسس کنیم . ابتدا از نقطهٔ نهائی پیمایش شروع کرده آنرا در جهت معکوس ترسیم مینمائیم . از مقایسه دو ساختمان ترسیمی حاصله میتوان بوجود غلط هائیکه در زوایا و طولها موجود بوده است پی‌برد و در صورت اقتضا آنهارا تصحیح نمود ؛ هرگاه قسمت بیشتر خطای بست ناشی از وجود یك غلط ساختمانی در یکی از اضلاع باشد ؛ ضلع مزبور تقریباً موازی خط بست است .

حالا اگر بعداز تصحیح خطاهای ترسیم ، باز خطای بست از تخلف مجاز زیاد تر باشد ، باید دید که آیا دومسیر یکدیگر را در یك راس تلاقی میکنند یانه ؛ اگر اینطور باشد باید نسبت بزاویه راس مزبور بدگمان بود و روی زمین صحت آنرا تحقیق نمود ؛ اگراینطور نباشد باید اضلاعی را که تقریباً موازی خط بست نیستند ، تحقیق کرد . بالاخره اگر نتیجه هیچیك از این عملیات رضایت بخش نباشد ، باید بی‌زحمت تمام اندازه گیریها را از سر گرفت ؛ برای این منظور اگر زوایا و طولها با دو اسباب متمایز اندازه گرفته شوند ، بهتر آنست که نخست باندازه گیری زوایا اقدام کرده و بعد با اسباب دیگر باندازه گیری طولها پرداخت زیرااندازه گیری زوایا کمتر وقت میخواهد و بدین ترتیب شانس آنکه زودتر غلط های مرتکبه را بیابیم زیادتر میباشد .

۱۰) جبران یاتوزیع خطای کلی بست ـ وقتی خطای بست قابل‌قبول باشد باید از بین برود ؛ برای از بین بردن یا صفر کردن آن چندین طریقه موجود میباشد که تماماً معایبی نظری در بر دارند که بحث راجع بآنها بی فایده است . کاملترین آنها طریقه **توزیع موازیست** که اصول اجراء آنرا در کتاب اول شرح دادیم و یاد آوری آن در اینجا از لحاظ اشاره به نکات دیگر است . در این طریقه تمام رئوس پیمایش را بموازاست خط بست تغیر مکان میدهند از اینقرار :

هرگاه اضلاع پیمایش تقریباً هم طول باشند ، خط ee را وصل نموده آنرا به n قسمت مساوی برابر تعداد اضلاع تقسیم کنید ش ۱۲ . بعداز هر راس خطی موازی ee رسم نمائید . روی اولی در جهت مناسب ، یکی از آن تقسیمات و روی دومی دوتا از آنها و روی سومی سه‌تا از آنها را و همینطور ، نقل کنید . بعد نقاط a و b و c و d و e حاصله را بهم وصل نمائید . با این عمل هر یك از اجزاء زاویه‌ای و خطی بمقدار خیلی کمی طوری تغیر میکند که پیمایش بین دو نقطه معلوم a و e درج گردد .

اگر اضلاع پیمایش همطول نبوده وخیلی با هم فرق داشته باشند ، طریقه **توزیع موازی**را نباید بترتیبی که ذکر شد بکار بردبلکه باید نظرا بخطوط dd یا bb یا cc وغیره ، **طولهائی متناسب با فاصله راس متناظره تا مبداء پیمایش داد .**

در عملیاتیکه دقیق اجرا شده‌اند ،چون خطای بست کوچك است ، بنابراین توزیع بترتیب پیش کار زیادی است ؛ برای از بین بردن آن باید ساختمان ترسیمی پیمایش را در جهت معکوس اجرا نموده و ضمناً بطور نا محسوس طولها وزوایا را در جهات لازمه طوری تغیر دهیم که بالاخره پیمایش بنقطه آغاز خود منتهی شود ؛ این نتیجه طبعا بدست نخواهد آمد . دو ساختمانی که بدین ترتیب بدست میآید ، خوب مقایسه میگردد بقسمیکه کوچکترین خطای ساختمانی چه در زوایا وچه در طولها ، از جلو

چشم نخواهد گذشت .

۱۱) پیمایش مسدود — میتوان پیمایش مسدود را به پیمایش بازی که بین دو نقطه معلوم درج شده است ، تشبیه نمود . تحقیق در بارهٔ آن و طرز جبران خطای کلی بست اش حالت خصوصی مسئله‌ایست که راجع به پیمایش باز ذکر کردیم . اما راجع به پیمایش مسدود همانطور که در درس پیش هم دیدیم ، میتوان یك تحقیق اضافی بعمل آورد و آن تحقیق و جبران **خطای بست زاویه‌ای** آن میباشد . این خطای بست زاویه‌ای همانطور که اشاره شد قسمتی از **خطای کلی بست** است که دراین درس راجع بآن صحبت کردیم. بازتکرار میکنم **همیشه پیش از اقدام به ساختمان ترسیمی یا محاسبه ای یك پیمایش مسدود ، خطای بست زاویه‌ای را تعین کنید و در صورت قابل قبول ، آنرا روی زوایا توزیع کنید** ؛ بعد بترسیم پیمایش اقدام نمائید و بعداً با طریقه توزیع موازی به جبران خطای کلی بست به پردازید .

خلاصه درس

۱) — خطای بست یك پیمایش منتجه تمام غلطهائیست که ما در سنجش های زاویه‌ای و سنجش های خطی ، و نقل برداشت (رسم نقشه) مرتکب شده‌ایم و نباید از حد اعلی ای بنام **تخلف مجاز** تجاوز نماید .

۲) — **تخلف مجاز** در عملیات دقیق در حدود ۲ تا ۲،۵ میلیمتر است ودر عملیات کم دقت که با اسبابهای تقریباً معیوب و اشخاص نابلد صورت میگیرد در حدود ۵ تا ۶ میلیمتر میباشد .

۳) — هر وقت خطای بست یك پیمایش از تخلف مجاز تجاوز کرد ، دلیل بر آنست که یك یا چند غلط فاحش موجود میباشد و قبل از هر چیز باید اقدام به تجسس آنها نمود .

۴) — اگر در پیمایش بازی فقط یکی از اضلاع خطا دار باشد ، خطای بست تقریباً موازی آن ضلع است و طول آن برابر کمیت غلط میباشد .

۵) — هرگاه فقط یکی از زوایا خطا دار باشد ، دو مسیری که برای پیمایش در جهات مخالف از مبداء و انتها رسم گردد ، یکدیگر را در راس آن زاویهٔ خطا دار قطع مینمایند .

۶) — اگر غلط هم درزوایا باشد وهم در طول‌ها ، باید دوساختمان ترسیمی در جهات مخالف اجرا کنید و آنها را با هم همانطور که گفته شد مقایسه نمائید . اگر نتیجه این مقایسه هم رضایت بخش نباشد باید بزحمت ، تمام اندازه‌گیریها را تکرار کنید .

۷) — خطای بست کلی شامل خطای بست زاویه‌ای هم میباشد ولی خطای بست زاویه‌ای را قبل از اقدام به ترسیم پیمایش میتوانید تجسس و جبران نمائید .

۸) — وقتی خطای کلی بست قابل قبول واقع شد آنرا با طریقه توزیع موزی جبران کنید

درس چهارم

موضوع : ساختمان و تحقیق و جبران یك پیمایش

از راه محاسبه

۱ - اشاره به لزوم نقل یك پیمایش از راه محاسبه

۲ - ژیزمان و زاویه توجیه یك امتداد

۳ - محاسبه ژیزمانها و زوایای توجیه اضلاع یك پیمایش

A - محاسبه ژیزمانها و زوایای توجیه جبران نشده

a - برای پیمایش زاویه سنجی

الف - طریقه سابق

ب - طریقه جدید

b - پیمایش متفرقه

B - محاسبه ژیزمانها و زوایای توجیه جبران شده

خلاصه - .

۱۳) لزوم نقل یك پیمایش از راه محاسبه - در نقل برداشت ، همیشه نباید به ساختمانهای ترسیمی کانوا اکتفا نمود . مخصوصاً درنقشه برداری های دقیق مانند برداشت های تاکئو متری و زیر زمینی و نقشه های ثبت املاکی و غیره ، نقل کانوا از راه ترسیم دقت کافی ای در بر ندارد ، زیرا وضع نقاط کانوا تابع یکدیگر بوده و اگر یکی درمعرض خطای نقل یا ترسیم قرار گیرد نقطه بعدی نیز تا اندازه‌ای در معرض تاثیر همین خطا قرار خواهد گرفت .

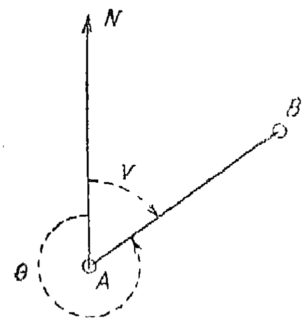
پس برای آنکه خطای نقل یك نقطه بهیچوجه تاثیری در تعین نقاط بعدی نداشته باشد و ضمناً نقل پیمایش یا کانوا با طرز دقیق تری صورت بگیرد ، معمولا مختصات متعامد رئوس پیمایش را نسبت بدو محور مختصات انتخابی حساب میکنند و بعد این رئوس را بکمك مختصاتشان روی کاغذ نقل مینمایند .

برای آنکه بتوانیم مختصات رئوس یك پیمایش را حساب کنیم یا بعبارت کلی تر برای آنکه بتوانیم پیمایش را از راه محاسبه روی کاغذ نقل نمائیم ، باید از معلوماتی که روی زمین اندازه گرفته‌ایم دو مقدار زیر را حساب یا استخراج کنیم :

۱ - ژیزمانها یا زوایای توجیه اضلاع پیمایش

۲ - طول های اضلاع پیمایش

۱۳) تعریف ژیزمان و زاویه توجیه یك امتداد = فرض میکنیم AB امتداد ضلعی از یك پیمایش و AN امتداد خطی باشد **که از A بموازات نصف النهار حقیقی یك نقطه دیگر رسم شده باشد** . این نصف‌النهار حقیقی انتخابی که معمولا بعنوان یکی از آسه های مختصات نیز اختیار میشود ، به **نصف النهار اولیه** موسومست ش ۱۵ . بین مبداء A N و امتداد AB در **زاویه افقی** موجود است ؛ یکی در جهت عقربه های ساعت (جهت منفی قرار دادی) V ودیگری در جهت مخالف آن (جهت + قرار دادی) θ .



ش ۱۵

بر حسب تعریف ، زاویه V را **ژیزمان** امتداد AB و زاویه θ را **زاویه توجیه (۱)** آن امتداد مینامند .

هر یك از این دو زاویه از ۰ تا ۴ قائمه تغییر میکند .

بین ژیزمان وزاویه توجیه هر امتداد رابطه $\theta =$ ۴ قائمه $- V$ بر قرار است .

وقتی **ژیزمان یا زاویه توجیه** (معمولا زاویه توجیه) امتداد مفروض A B نسبت به **نصف‌النهار حقیقی خود نقطه A تعین گردد** دراینصورت آنرا **آزیموت** امتداد AB میگویند

چون نصف‌النهارات همه در طرف قطب متقارب میگردند ، پس در نقطه مفروضی مثل A ، آزیموت و زاویه توجیه امتداد غیر مشخص AB باندازه زاویه کوچکی باهم اختلاف دارند ؛ این زاویه را **زاویه تقارب** یا **تقارب نصف‌النهار اولیه و نصف النهار نقطه A** یا بطور خلاصه تر **تقارب نصف‌النهاری در نقطه A** ، میگویند .

هرگاه **نصف‌النهاراولیه نصف‌النهار مغناطیسی باشد**، ژیزمان وزاویه توجیه را بترتیب **ژیزمان مغناطیسی و زاویه توجیه مغناطیسی گویند** . اگر AN امتداد نصف النهار مغناطیسی در نقطه A باشد آنوقت ژیزمان مغناطیسی یا زاویه توجیه مغناطیسی (معمولا زاویه توجیه مغناطیسی) را **آزیموت مغناطیسی** امتداد مفروض AB میگویند .

تذکر ـ معمولا نصف النهار (حقیقی یامغناطیسی) راس اول یك پیمایش را بعنوان نصف‌النهار اولیه انتخاب میکنند

Orientement - ۱

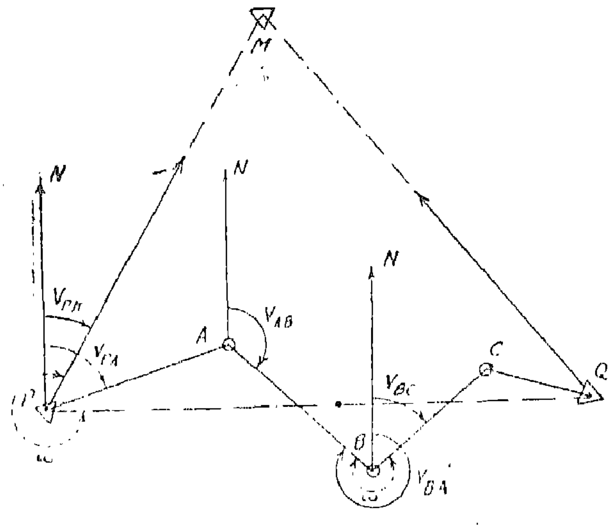
محاسبه ژیزمانها و زوایای توجیه اضلاع یك پیمایش

A ـ محاسبه ژیزمانهای و زوایای توجیه جبران نشده

a ـ برای یک پیمایش زاویه سنجی

۱۴) طریقه سابق که در آن از زوایای نقشه برداری استفاده میکنند .

راس غیر مشخص B از یك پیمایش را در نظر میگیریم . زاویه نقشه برداری در این راس چنین است ش ۱۶



ش ۱۶

$$\omega = l_C - l_A$$

$$\omega = (l_C + 400) - l_A$$

l_A و l_C بترتیب قرائت‌های روی لمب بازاء قراولروی های عقب و جلو در راس B میباشند ؛ بطور کلی آنها را به l_{R_B} و l_{V_B} (۱) نمایش میدهیم آنوقت زاویه نقشه برداری همانطور که سابقاً تعریف شد مساویست با قرائت عقب l_{R_B} منهای قرائت جلو l_{V_B} و در صورت لزوم چهار قائمه یا ۴۰۰ گراد بقرائت جلو اضافه مینمائیم . باز یاد آوری میکنیم که زاویه نقشه برداری در هر راس پیمایش ، زاویه‌ایست که باندازه آن باید ضلع عقب را حول ایستگـاه در جهت تقسیمات لمب دوران داد ، تا بر امتداد ضلع جلو منطبق شود :

$$\omega = l_{V_B} - l_{R_B}$$

حال فرض میکنیم در راس غیر مشخص B زاویه V_{BA} که آنرا به V_{R_B} نمایش میدهیم ، ژیزمان قراولروی عقب و V_{BC} که آنرا به V_{V_B} نمایش میدهیم ، ژیزمان قراولروی جلو باشد ، آنوقت چنین خواهیم داشت :

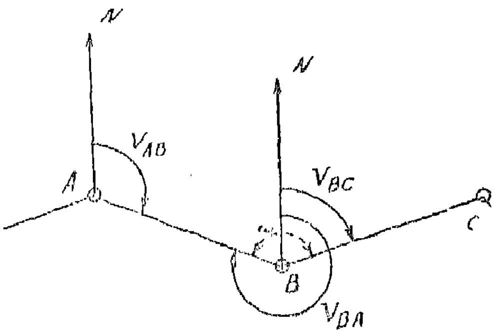
$V_{BC} = V_{BA} - \omega$ یا $V_{V_B} = V_{R_B} - \omega$ (۱) (هرگاه جهت تقسیمات لمب + باشد) ۱۶

$V_{BC} = V_{BA} + \omega$ یا $V_{V_B} = V_{R_B} + \omega$ (۲) (هرگاه جهت تقسیمات لمب ـ باشد) ش ۱۷

---

۱ ـ l_{R_B} نمایش قرائت عقب در راس B و l_{V_B} نمایش قرائت جلو در راس B است

همینطور در میداء پیمایش PABCQ که بین دو نقطه مثلثاتی معلوم P و Q درج شده است، قراولروی عقب، قراولرویست که روی امتداد معلوم PM ضلع مثلثاتی (یا امتداد ضلعی از یك پیمایش مرتبه بالاتر) اجرا گردد.



ش ۱۷

از طرف دیگر میتوان برای هر ضلع پیمایش مثل AB یك **ژیزمان مستقیم** و یك **ژیزمان معکوس** تعریف نمود:

ژیزمان مستقیم ژیزمانیست که در راس عقب A ضلع مزبور اندازه گرفته شود (در اینجا V_{AB}).
ژیزمان معکوس ضلع AB ژیزمانیست که در راس جلوی آن اندازه گرفته شود (V_{BA}). همیشه بین ژیزمان مستقیم و ژیزمان معکوس یك ضلع رابطه زیر وجود دارد:

$$V_{BA} = V_{AB} + 200$$

یعنی **ژیزمان معکوس هر ضلع مساویست با ژیزمان مستقیم آن بعلاوه ۲۰۰ گراد** (از تقارب (۱) نصف‌النهارات در منطقه‌ایکه پیمایش اجرا شده است فعلاً صرف نظر میکنیم)

چون این مقدار را در روابط (۱) و (۲) گذاریم نتیجه میشود:

$V_{V_B} = (V_{V_A} + 200) - \omega$ یا $V_{BC} = (V_{AB} + 200) - \omega$ (هرگاه جهت تقسیمات لمب + باشد)

$V_{V_B} = (V_{V_A} + 200) + \omega$ یا $V_{BC} = (V_{AB} + 200) + \omega$ (هرگاه جهت تقسیمات لمب − باشد)

بطور کلی میتوان برای هر راس شماره n یك پیمایش دستورات کلی زیر را نوشت:

(۳) $\boxed{V_{V_n} = (V_{V_{n-1}} + 200) - \omega}$ (جهت تقسیمات لمب +)

(۴) $\boxed{V_{V_n} = (V_{V_{n-1}} + 200) + \omega}$ (جهت تقسیمات لمب −)

البته لازم به تذکر نیست که ما **معمولا** برای محاسبه مختصات رئوس یك پیمایش، به ژیزمانهای جلوی اضلاع آن احتیاج داریم یعنی به V_V ها نه به ژیزمانهای عقب، پس میتوان قاعده کلی زیر را بیان کرد:

---

۱ ـ بعدها حساب تقارب نصف‌النهارات خواهد آمد.

قاعده ـ هرگاه جهت تقسیمات لمب اسباب مثبت باشد ، ژیزمان هر ضلع پیمایش مساویست بااضافه ژیزمان ضلع پیش وقتیکه آنرا باندازه ۲۰۰ گراد (دو قائمه) تصحیح کرده باشیم ، و زاویه نقشه برداری (رابطه ۳)

هرگاه جهت تقسیمات لمب اسباب منفی باشد ، ژیزمان هرضلع پیمایش مساویست با مجموع ژیزمان ضلع پیش وقتیکه آنرا باندازه ۲۰۰ گراد (دو قائمه) تصحیح کرده باشیم ، و زاویه نقشه برداری (رابطه ۴)

میتوانیم بدون آنکه به ژیزمانهای اضلاع میانی یك پیمایش توجه داشته باشیم ، مستقیما ژیزمان آخرین ضلع پیمایش و حتی ژیزمان قراولروی آزمایشی راکه بعد از آن قرار دارد (ژیزمان QM ضلع مثلث) تعیین کنیم :

فرض میکنیم V_{R_0} ژیزمان معلوم اولیه یعنی ژیزمان امتداد معلوم PM ضلع مثلث باشد . و V_{v_1} و V_{v_2} و . . . . V_{v_n} ژیزمانهای متوالی اضلاع پیمایش و ω_1 و ω_2 و . . . . ω_n زوایای نقشه برداری رئوس متوالی P و A و B . و . . . . Q آن باشند . همچنین جهت تقسیمات لمب اسباب را + در نظر میگیریم ، آنوقت مرتبا چنین خواهیم داشت :

$$V_{v_1} = V_{R_0} - \omega_1$$

$$V_{v_2} = (V_{v_1} + ۲۰۰) - \omega_2$$

. . . .

$$V_{v_n} = (V_{v_{n-1}} + ۲۰۰) - \omega_n$$

چون این روابط را عضو بعضو با هم جمع کنیم نتیجتا میشود :

$$(۵) \qquad \boxed{V_{v_n} = V_{R_0} - \Sigma\omega + (n - ۱) ۲۰۰}$$

از اینجا قاعدهٔ زیر که میتوان با آن محاسبه ژیزمانهای اضلاع یك پیمایش را تحقیق نمود نتیجه میشود .

قاعده ـ ژیزمان n امین ضلع یك پیمایش که با زاویه سنجی به تقسیمات + برداشت شده است ، مساویست با ژیزمان معلوم قراولروی عقب اولین ایستگاه آن ، منهای مجموع زوایای نقشه برداری n راس اول ، بعلاوه مقدار اضافی (n - ۱) ۲۰۰

هرگاه عمل تفریق ممکن نباشد ، آنقدر دایرهٔ کامل (۴۰۰ گراد یا ۳۶۰ درجه) به ژیزمان معلوم اولیه اضافه میکنیم تا تفریق ممکن شود .

هر گاه جهت تقسیمات لمب منفی باشد، مجموع زوایای نقشه برداری بعوض آنکه تفریق شود، به ژیزمان معلوم اولیه اضافه میگردد و آنوقت دستور فوق چنین میشود :

$$^{V}V_n = {}^{V}R_o + \Sigma\omega + (n-1)\,200 \qquad (6)$$

در هر دو حالت اگر نتیجه حاصله از ٤۰۰ گراد تجاوز کند، آنقدر دایره کامل از آن کم میکنیم، تا از این مقدار کمتر شود (رجوع به مثال و نمونه جدول شمارهٔ II § ۲۰)

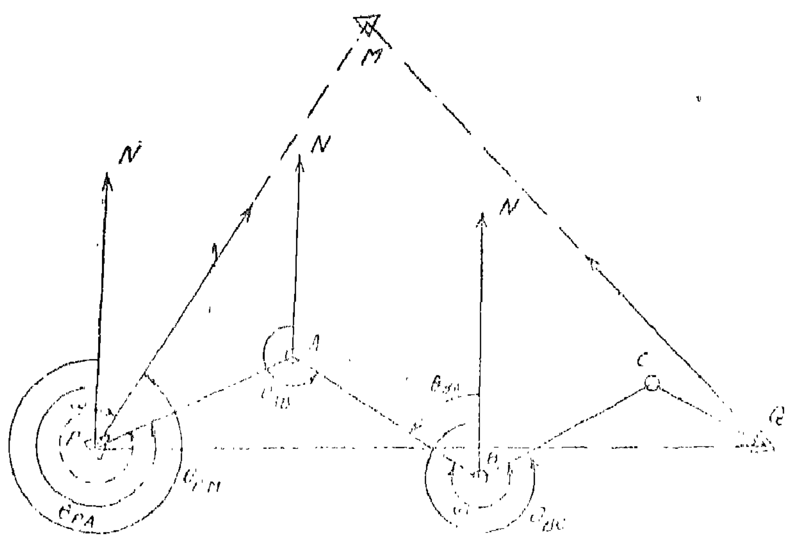
همین محاسبه برای زوایای توجیه اضلاع پیمایش

میتوان بعوض محاسبه ژیزمانهای اضلاع متوالی یك پیمایش، زوایای توجیه θ آنها را حساب نموده و در محاسبه مختصات رئوس پیمایش بکار برد. قواعد لازم برای محاسبه زوایای توجیه، عکس آنچیزهائیست که در مورد ژیزمانها گفتیم زیرا :

$$\theta = 400 - V$$

مثلا در راس غیر مشخص B پیمایش چنین خواهیم داشت : ش ۱۸

(۷) $^{\theta}V_B = {}^{\theta}R_B + \omega$ (هرگاه جهت تقسیمات لمب + باشد) ش ۱۸



ش۱۸

(۸) $^{\theta}V_B = {}^{\theta}R_B - \omega$ (هرگاه جهت تقسیمات لمب − باشد) ش ۱۹

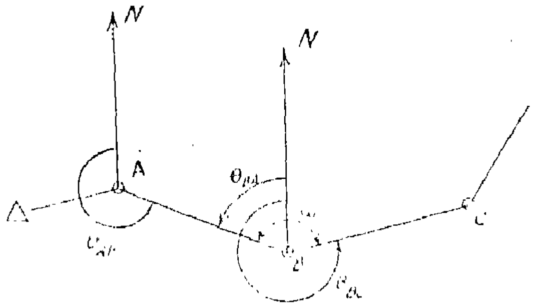
که در آن $^{\theta}R_B = \theta_{BA}$ و $^{\theta}V_B = \theta_{BC}$ میباشد

پس بطور کلی برای هر راس غیر مشخص n از یك پیمایش میتوان چنین نوشت

(۹) $^{\theta}V_n = ({}^{\theta}V_{n-1} + 200) + \omega$ (هرگاه لمب + باشد)

یا $${}^{\theta}V_n = ({}^{\theta}V_{n-1} + ۲۰۰) - \omega \qquad (۱۰)$$ (هرگاه لمب − باشد)

قاعده ـ هرگاه جهت تقسیمات لمب اسباب مثبت باشد ، زاویه توجیه θ یك ضلع پیمایش مساویست با مجموع زاویه توجیه ضلع پیش وقتیکه آنرا باندازه ۲۰۰ گراد تصحیح کرده باشیم ، و زاویه نقشه برداری



ش ۱۹

هرگاه جهت تقسیمات لمب اسباب منفی باشد ، زاویه توجیه θ یك ضلع پیمایش مساویست با تفاضل زاویه توجیه ضلع پیش وقتیکه آنرا باندازه ۲۰۰ گراد تصحیح کرده باشیم ،و زاویه نقشه برداری

قاعده ـ زاویه توجیه n امین ضلع یك پیمایش که با زاویه سنجی به تقسیمات + برداشت شده باشد ، مساویست بازاویه توجیه معلوم قراولروی ایستگاه اول ، بعلاوه مجموع زوایای نقشه برداری در راس n اول ، بعلاوه مقدار اضافی ۲۰۰ (n - ۱)

$${}^{\theta}V_n = {}^{\theta}R_o + \Sigma\omega + (n - ۱)\,۲۰۰ \qquad (۱۱)$$

هرگاه جهت تقسیمات لمب − باشد ، چنین خواهیم داشت :

$${}^{\theta}V_n = {}^{\theta}R_o - \Sigma\omega + (n - ۱)\,۲۰۰ \qquad (۱۲)$$

در اینحالت اگر عمل تفریق ممکن نباشد ، آنقدر دایره کامل به زاویه توجیه معلوم اولیه اضافه میکنیم تا تفریق ممکن شود . باز در هر دوحالت اگر نتیجه حاصله از ٤ قائمه (٤٠٠ گراد یا ۳۶۰ درجه) تجاوز کند ، آنقدر دایره کامل از آن کم میکنیم تا از قائمه کوچکتر شود .

جدول ثبت معلومات لازم برای محاسبه زوایای نقشه برداری (شکل ۳۶)

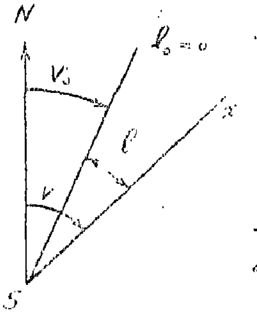
ایستگاه ها	نقاط قراول روی شده	طولهای قسمتی و متوسط اضلاع ν	قرائت های روی لمب افقی زاویه سنج ۱- ورنیه راست D ۲- ورنیه چپ G ۳- قرائت متوسط I	زاویه نقشه برداری $\omega = I_V - I_R$	قرائت های روی لمب قائم اسباب ۱- ورنیه راست D ۲- ورنیه چپ G ۳- قرائت متوسط	کروکی ملاحظات
		m	گ	گ		این جدول برای شکل ۳۶ کتاب در نظر گرفته شده و مقادیر عددی را برای این شکل فرض کرده‌ایم : فرض کرده ایم جهت تقسیمات لمب افقی جهت + یعنی مخالف جهت عقربه های ساعت باشد و لمب قائم نیز زوایای زینتی را بدست دهد .
۸	۲۰	۱۵۸٫۲۳ ۱۵۸٫۲۷ ۱۵۸٫۲۵	۱۰۹٫۵۴۵ ۳۰۹٫۵۶ ۱۰۹٫۵۵۳		۹۸٫۳۸ ۲۹۸٫۳۸ ۹۸٫۳۷	
	۷		۲۲۹٫۲۹ ۲۹٫۲۹۵ ۲۲۹٫۲۹۳	۱۲۷٫۹۴۷	۱۰۳٫۲۴ ۳۰۳٫۲۵ ۱۰۳٫۲۴۵	
	۹	۱۶۳٫۷۹ ۱۶۳٫۸۵ ۱۶۳٫۸۲	۳۵۷٫۲۳ ۱۵۷٫۲۵ ۳۵۷٫۲۴		۱۰۲٫۹۰ ۳۰۲٫۹۵ ۱۰۲٫۹۵	
۹	۸		۱۵۶٫۹۶۵ ۳۰۶٫۹۷۵ ۱۵۶٫۹۷۰	۲۲۷٫۲۸۵	۹۷٫۰۶ ۲۹۷٫۰۷ ۹۷٫۰۶۵	
	۱۰	۱۴۸٫۸۸ ۱۴۸٫۹۲ ۱۴۸٫۹۰	۳۸۴٫۲۵ ۱۸۴٫۲۶ ۳۸۴٫۲۵۵		۱۰۱٫۲۳ ۳۰۱٫۲۵ ۱۰۱٫۲۴	

۱۵) طریقه جدید موسوم به انتقال توجیه که در آن از تصحیحات ایستگاه استفاده میکنند. --

میتوان همین نتایج را از طریقه زیر که بنام انتقال توجیه معروفست ، بدست آورد . برتریت این طریقه نسبت بطریقه قدیم مخصوصاً وقتی است که لمب اسباب منحرف شده باشد یعنی بکمک یک انحراف یابی توجیه گردیده باشد مانند تاکئومترها و تئودولیتها و بطور کلی زاویه

سنج هائی که انحراف‌یاب داشته باشند . با بکار بردن این طریقه در وقت صرفه جوئی میشود .

فرض میکنیم بازاء قرائت صفر لمب ، زاویه V_o ژیزمان خط قراولروی دوربین اسباب باشد بعبارت دیگر یعنی V_o ژیزمان یك امتداد مجازی متناظر با قرائت‌صفر لمب ($l_o = ۰$) باشد ش۲۰



ش ۲۰

حال از همین ایستگاه قراولروی غیر مشخص Sx را اجرا نموده و فرض میکنیم V ژیزمان این قراولروی و l قرائت واقعی روی لمب‌باشد. (جهت تقسیمات‌لمب رامنفی یعنی با ژیزمانها هم جهت در نظر گرفته‌ایم) با اندك تصوری میتوانیم بین V_o و l و V رابطه زیر را بنویسیم :

$$V = V_o + l$$

در اینجا امتداد Sx امتداد اولین قراولروی‌ای میباشد که از ایستگاه S اجرا کرده‌ایم و بنابراین آنرا **قراولروی اولیهٔ** ایستگاه S میگوئیم .

هرگاه ژیزمان این قراولروی اولیه ، معلوم و مساوی V باشد میتوانیم مقدار V_o را تعین کنیم :

$$V_o = V - l$$

یعنی V_o از این رابطه حساب میشود .

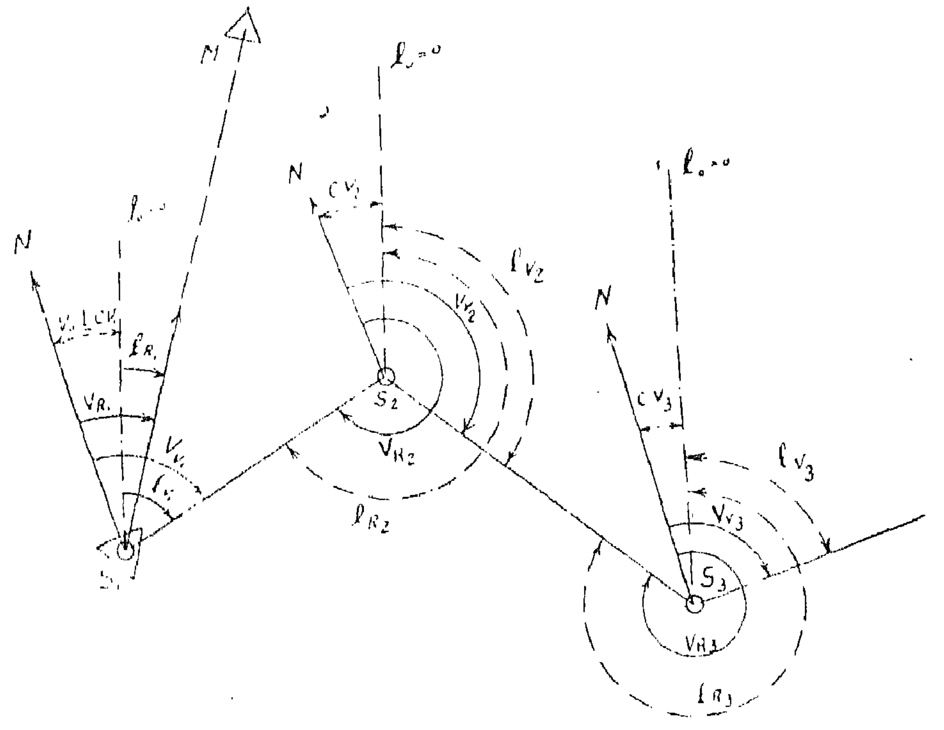
حال اگر از ایستگاه S علاوه بر امتداد Sx چند امتداد **معلوم ژیزمان** دیگرهم قراولروی کنیم ، میتوانیم چندمقدار دیگر نیز برای V_o بدست آوریم که آنوقت باید مقدار متوسط آنها رابعنوان مقدار V_o اختیار نمود .

V_o تصحیحی است که‌میباید بقرائت متناظر باهرقراولروی غیر مشخص صادر از همان ایستگاه اضافه نمود تا ژیزمان آن قراولروی بدست آید .

وقتی بایك اسباب **منحرف شده** عمل میکنیم ، مقدار V_o باصفر اختلاف زیادی ندارد یعنی تصحیح کوچکی است که در ایستگاه S باید بقرائت متناظر با یك قراولروی غیر مشخص اضافه کرد تا ژیزمان امتداد آن بدست آید ؛ آنرا بنابر تعریف : **تصحیح ایستگاه S** یا بعبارت دیگر **تصحیح ژیزمانها در ایستگاه S** میگویند و معمولا بعلامت cV نمایش اش میدهند .

حالا که این این اصل مسلم شد ، ایستگاه اول S_1 از یك پیمایش رادر نظر میگیریم ش۲۱ . میخواهیم تصحیح cV_1 این‌ایستگاه را معلوم کنیم : این تصحیح از قراولروی اولیه‌ایکه‌روی امتدادی به ژیزمان معلوم‌اجرا میگردد ، بدست میآید . امتداد معلوم ژیزمان ، اینجا ضلع مثلثاتی S_1M است یعنی قراولروی اولیه ، قراولروی عقب ایستگاه S_1 خواهد بود .

هرگاه V_{R_1} ژیزمان عقب و l_{R_1} قرائت لمب متناظر باقراولروی عقب دراین ایستگاه باشد ، خواهیم داشت :



ش ۲۱

$$cV_1 = V_{R_1} - l_{R_1}$$

ممکنست همانطور که گفته شد ، این تصحیح را از مقدار متوسط چند قراولروی معلوم ژیزمان ، بدست آورد . حال بایستگاه دوم میرویم . در اینجا ژیزمان قراولروی عقب چنین است :

$$V_{R_2} = V_{V_1} + 200$$

این مقدار ، همان ژیزمان معکوس ضلع S_1S_2 است . همچنین قرائت متناظر با قراولروی عقب این ایستگاه l_{R_2} میباشد پس تصحیح Cv_2 این ایستگاه چنین خواهد بود :

$$cV_2 = V_{R_2} - l_{R_2} = (V_{V_1} + 200) - l_{R_2}$$

و آنوقت ژیزمان قراولروی جلو که بآن قرائت l_{V_2} لمب متناظر است ، چنین میباشد :

$$V_{V_2} = l_{V_2} + cV_2 \quad .$$

همینطور برای ایستگاه سوم چنین خواهیم داشت :

$$\begin{cases} cV_{۳} = (V_{V_{۲}} + ۲۰۰) - l_{R_{۳}} \\ V_{V_{۳}} = l_{V_{۳}} + cV_{۳} \end{cases}$$

و بطور کلی برای ایستگاه nام میتوان نوشت :

$$(۱۳) \quad \boxed{\begin{aligned} cV_n &= (V_{V_{n-1}} + ۲۰۰) - l_{R_n} \\ V_{V_n} &= l_{V_n} + cV_n \end{aligned}}$$

در اینجا جهت تقسیمات امب را منفی یعنی با ژیزمانها همجهت فرض کرده‌ایم ، پس قاعده کلی زیر تعبیر میشود :

قاعده - در هر ایستگاه ، بطور جبری قرائت متناظر با قراولروی عقب را از ژیزمان ۲۰۰+ گراد تصحیح شده قراولروی ایستگاه پیش ، کم کنید تا تصحیح این ایستگاه از حیث مقدار و علامت بدست آید

بعد این تصحیح را به قرائت جلوی ایستگاه مزبور اضافه نمائید ، تا ژیزمان قراولروی جلو یعنی همان ژیزمانی که برای محاسبه مختصات لازم است ، معلوم شود

(در آخر § ۲۰ جدول III مثالی راجع بمورد استعمال این قاعده خواهد آمد)

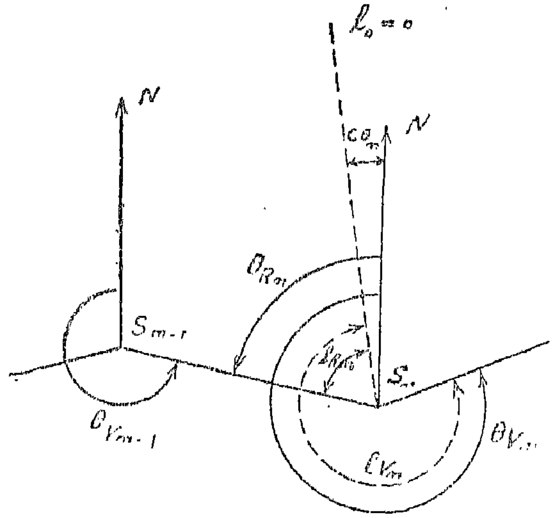
همین محاسبات برای زوایای توجیه

میخواهیم طریقه انتقال توجیه را برای تعین زوایای توجیه θ اضلاع یك پیمایش بکار بریم ، در اینصورت چون بترتیب فوق عمل کنیم و بشکل ۲۲ توجه داشته باشیم ، برای راس n ام یك پیمایش چنین خواهیم داشت :

$$(۱٤) \quad \boxed{\begin{aligned} c\theta_n &= (\theta_{V_{n-1}} - ۲۰۰) - l_{R_n} \\ \theta_{V_n} &= l_{V_n} + c\theta_n \end{aligned}}$$

در اینجا جهت تقسیمات امب را مثبت یعنی بازوایای توجیه همجهت فرض کرده‌ایم ، پس میتوان قاعده کلی زیر را تعبیر نمود :

قاعده ـ در هر ایستگاه ، بطور جبری قرائت متناظر باقراولروی عقب را از زاویه توجیه ۲۰۰- گراد تصحیح شدهٔ قراولروی جلوی ایستگاه پیش ، کم



ش ۲۲

کنید تا تصحیح این ایستگاه از حیث مقدار و علامت بدست آید.

بعد این تصحیح را بقرائت جلوی ایستگاه مزبور اضافه نمائید تا زاویه توجیه قراولروی جلو یعنی همان زاویه توجیهی که برای محاسبه مختصات لازم است معلوم شود.

ملاحظه ــ وقتی اسباب منحرف شده نمیباشد، دو طریقه قدیم و جدید برای اجراء محاسبات تقریباً یك مقدار وقت لازم دارند.

در هر دو حالت برای تعین ژیزمان هر ضلع میباید دو عمل پنج رقمی (مجموع یا اختلاف) اجرا شود. با وجود این، طریقهٔ دوم بهتر است زیرا در بعضی شرایط لازم میشود که از یك ایستگاه بچندین نقطه قراولروی نمائیم؛ آنوقت اگر n تعداد قراولرویهای این ایستگاه غیر از قراولروی نقطه عقب معلوم، باشد، تعداد کلی عملیات (جمع ها یا تفریق ها) لازمه در ایستگاه مزبور، درطریقه قدیم 2n عمل ودر طریقه جدید فقط n+1 عمل خواهد بود یعنی در طریقه جدید n-1 عمل صرفه جوئی میشود.

اما وقتیکه یك دایرهٔ منحرف شده بکار میبریم، باز مزیت طریقه جدید آشکارتر میباشد؛ زیرا دو مقدار زاویه‌ای که ابتدا اختلاف آنها را تعین میکنیم، زیاد نا جور نمیباشند و این اختلاف نیز معمولا بیش از ۲ یا ۳ رقم ندارد؛ بعلاوه، جمع این جمله تصحیحی بهیك قرائت زاویه‌ای نیز با اطمینان و سرعت بیشتری اجراء میشود یعنی بالاخره صرفه جوئی کاملی وقت تقریباً باندازهٔ نصف خواهد بود.

b) پیمایش منحرفه یا آزیموتی

۱۹) کلیات ــ این پیمایش‌ها را با قطب‌نما ها یا اسبابهائیکه منحرف شده میباشند از قبیل تاکئومترها، برداشت میکنند؛ روی زمین مرتباً **آزیموت های مغناطیسی** (در جهت + یا در جهت ـ) اضلاع آنرا اندازه میگیرند.

اینجا باز لازمست یادآوری کنم که اگر ABC . . . . HI رئوس متوالی یك پیمایش باشند هر ضلع غیرمشخص EF آن دارای یك ژیزمان مغناطیسی و یك زاویه توجیه مغناطیسی میباشد، مبداء اینها خطی است که در راس E بموازات نصف‌النهار اولیه رسم شده باشد، نصف النهار مغناطیسی اولین راس A پیمایش یعنی امتداد عقربه مغناطیسی در این نقطه خواهد بود.

هرگاه مبداء ژیزمان مغناطیسی با زاویه توجیه مغناطیسی در راس غیر مشخص E ، امتداد عقربه مغناطیسی در همین نقطه باشد ، در اینصورت آنرا را **آزیموت مغناطیسی** در نقطه E میگویند .

در این پیمایش آنچه در هر راس اندازه میگیریم ، **آزیموت مغناطیسی** است که ممکنست برحسب طرز تقسیم بندی اسباب در جهت + (عکس جهت عقربه های ساعت) یا در جهت — (جهت حرکت عقربه‌های ساعت) اندازه گرفته شود .

باید در هر ایستگاه تصحیح ثابتی مثل cV یا cΘ بنام تصحیح ایستگاه به آزیموتی که مستقیماً اندازه میگیریم وارد سازیم تا به ژیزمان مغناطیسی بازاویه توجیه مغناطیسی تبدیل گردد

١٧) محاسبه با ژیزمانها — در هر ایستگاه وقتی لمب اسباب (مثلا تئودولیت) را بکمک انحراف یابش توجیه کنیم و بعد روی امتداددیدن قراولروی نشانه ، آزیموت (مغناطیسی) آن امتداد مستقیماً روی لمب خوانده میشود (١)

پیش گفتیم که تصحیح ایستگاه (cV یا cΘ) در هر ایستگاه عبارتست از **زاویه افقی بین امتداد خط قراولروی دوربین بازاء قرائت صفر لمب و امتداد نصف النهار حقیقی همان ایستگاه**

در اینجا نصف‌النهار ، مغناطیسی است وبنا بفرض بازاء قرائت صفر لمب ، امتداد خط قراولروی دوربین با صفحه نصف‌النهار مغناطیسی ، موازی یا بر آن منطبق میباشد

پس تصحیح cV یا cΘ در هر ایستگاه عبارتست از **زاویه افقی بین امتداد عقربه مغناطیسی در آن ایستگاه و خطی که از ایستگاه مزبور بموازات نصف‌النهار اولیه (نصف‌النهار اولین ایستگاه پیمایش که در اینجا مغناطیسی است) رسم شود**

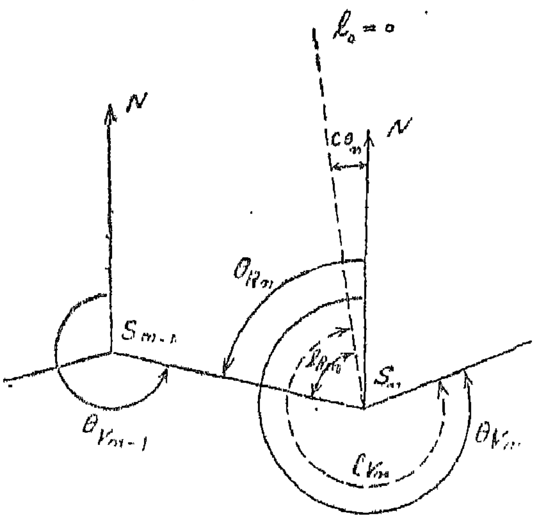
برای آنکه مطلب خوب روشن بشود ، پیمایش متحرفه ... ABCDE را در نظر میگیریم ش ٢٣ ، میخواهیم ژیزمانهای (البته مغناطیسی) اضلاع متوالی آنرا محاسبه کنیم . فرض میکنیم در راس مبداء A ، امتداد مشترک خط قراولروی دوربین و نصف‌النهار مغناطیسی ، خط AN باشد . همین امتداد را بمنزله نصف‌النهار اولیه اختیار میکنیم .

ابتدا از ایستگاه A به B قراولروی کرده مستقیماً ژیزمان جلوی ضلع AB را روی لمب میخوانیم . بعد اسباب را در ایستگاه B برده لمب آنرا توجیه میکنیم ؛ فرض میکنیم BN_B امتداد نصف‌النهار مغناطیسی در این ایستگاه باشد ؛ این امتداد معمولا با BN که موازی نصف‌النهار اولیه است یکی نبوده بلکه با آن زاویه کوچک cV_B بنام تصحیح ایستگاه را تشکیل میدهد .

وقتی از ایستگاه B به A و C قراولروی میکنیم مستقیماً روی لمب آزیموت عقب V_{BA} و آزیموت جلوی V_{BC} را میخوانیم . حال باید آنها را به ژیزمان تبدیل کنیم ؛ برای این منظور متوالیا

---

١ ـ رجوع به بخش تاکئومتری (قسمت تاکئومتر ها)



ش ۲۲

کنید تا تصحیح این ایستگاه از حیث مقدار و علامت بدست آید .

بعد این تصحیح را بقرائت جلوی ایستگاه مزبور اضافه نمائید، تا زاویه توجیه قراولروی جلو یعنی همان زاویه توجیهی که برای محاسبه مختصات لازم است معلوم شود .

ملاحظه ـ وقتی اسباب منحرف شده نمیباشد ، دو طریقه قدیم و جدید برای اجراء محاسبات تقریباً یك مقدار وقت لازم دارند .

در هر دو حالت برای تعین ژیزمان هر ضلع میباید دو عمل پنج رقمی (مجموع یا اختلاف) اجرا شود. با وجود این ، طریقهٔ دوم بهتر است زیرا در بعضی شرایط لازم میشود که از یك ایستگاه بچندین نقطه قراولروی نمائیم ؛ آنوقت اگر n تعداد قراولرویهای این ایستگاه غیر از قراولروی نقطه عقب معلوم ، باشد ، تعداد کلی عملیات (جمع ها یا تفریق‌ها) لازمه در ایستگاه مزبور ، درطریقه قدیم n ۲ عمل و درطریقه جدید فقط $n+1$ عمل خواهد بود یعنی در طریقه جدید $n-1$ عمل صرفه‌جوئی میشود .

اما وقتیکه یك **دایرهٔ منحرف شده** بکار میبریم ، باز مزیت طریقه جدید آشکارتر میباشد ؛ زیرا دو مقدار زاویه‌ای که ابتدا اختلاف آنها را تعین میکنیم ، زیاد ناجور نمیباشند و این اختلاف نیز معمولا بیش از ۲ یا ۳ رقم ندارد ؛ بعلاوه ، جمع این جمله تصحیحی بهیك قرائت زاویه‌ای نیز با اطمینان و سرعت بیشتری اجراء میشود یعنی بالاخره صرفه جوئی کامل وقت تقریباً باندازهٔ نصف خواهد بود .

b) پیمایش منحرفه یا آزیموتی

۹۶) کلیات ـ این پیمایش‌ها را با قطب‌نما ها یا اسبابهائیکه منحرف شده میباشند از قبیل تاکئومترها ، برداشت میکنند ؛ روی زمین مرتباً **آزیموت های مغناطیسی** (در جهت + یا در جهت ـ) اضلاع آنرا اندازه میگیرند .

اینجا باز لازمست یادآوری کنیم که اگر ABC . . . HI رئوس متوالی یك پیمایش باشند هر ضلع غیر مشخص EF آن دارای **یك ژیزمان مغناطیسی و یك زاویه توجیه مغناطیسی** میباشد . مبداء اینها خطی است که در راس E بموازات **نصف‌النهار اولیه** رسم شده باشد ، نصف النهار مغناطیسی اولین راس A پیمایش یعنی امتداد عقربه مغناطیسی در این نقطه خواهد بود .

هرگاه مبداء ژیزمان مغناطیسی یا زاویه توجیه مغناطیسی در راس غیر مشخص E ، امتداد عقربه مغناطیسی در همین نقطه باشد ، در اینصورت آنها را **آزیموت مغناطیسی** در نقطه E میگویند .

در این پیمایش آنچه در هر راس اندازه میگیریم ، **آزیموت مغناطیسی** است که ممکنست برحسب طرز تقسیم بندی اسباب در جهت + (عکس جهت عقربه های ساعت) یا در جهت − (جهت حرکت عقربه‌های ساعت) اندازه گرفته شود .

باید در هر ایستگاه تصحیح ثابتی مثل cV یا cω بنام تصحیح ایستگاه به آزیموتی که مستقیماً اندازه میگیریم وارد سازیم تا به ژیزمان مغناطیسی یازاویه توجیه مغناطیسی تبدیل گردد

۱۷) محاسبه با ژیزمانها — در هر ایستگاه وقتی لمب اسباب (مثلا تئودولیت) را بکمك انحراف یابش توجیه کنیم و بعد روی امتدادمعینی قراولروی نمائیم ، آزیموت (مغناطیسی) آن امتداد مستقیماروی لمب خوانده میشود (۱)

پیش گفتیم که تصحیح ایستگاه (cV یا cω) در هر ایستگاه عبارتست از **زاویه افقی بین امتداد خط قراولروی دوربین بازاء قرائت صفر لمب و امتداد نصف النهار حقیقی همان ایستگاه**

در اینجا نصف‌النهار ، مغناطیسی است وبنا بفرض بازاء قرائت صفر لمب ، امتداد خط قراولروی دوربین با صفحه نصف‌النهار مغناطیسی ، موازی یا بر آن منطبق میباشد

پس تصحیح cV یا cω در هر ایستگاه عبارتست از **زاویه افقی بین امتداد عقربه مغناطیسی در آن ایستگاه و خطی که از ایستگاه مزبور بموازات نصف‌النهار اولیه (نصف‌النهار اولین ایستگاه پیمایش که دراینجا مغناطیسی است) رسم شود**

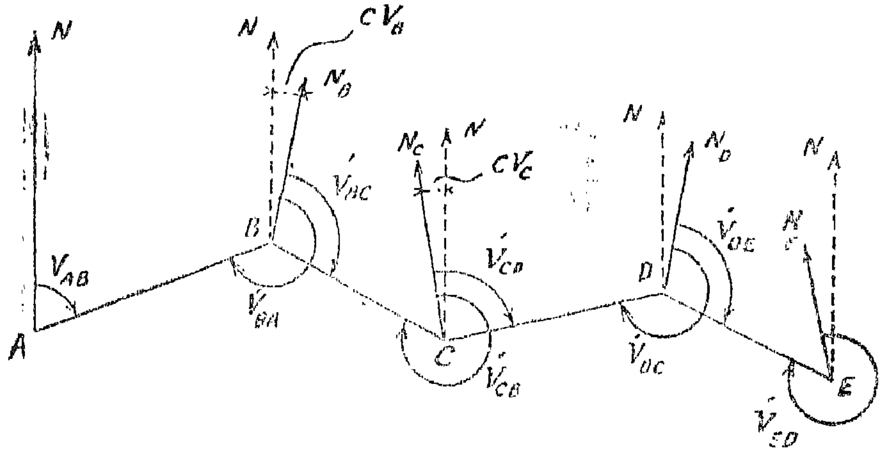
برای آنکه مطلب خوب روشن بشود ، پیمایش منحرفه . . . ABCDE را در نظر میگیریم ش ۲۳ . میخواهیم ژیزمانهای (البته مغناطیسی) اضلاع متوالی آنرا حساب کنیم . فرض میکنیم در راس مبداء A ، امتداد مشترك خط قراولروی دوربین، نصف‌النهار مغناطیسی ، خط AN باشد ، همین امتداد را بمنزله نصف‌النهار اولیه اختیار میکنیم .

ابتدا از ایستگاه A به B قراولروی کرده مستقیما ژیزمان جاوی ضلع AB را روی لمب میخوانیم . بعد اسباب را در ایستگاه B برده لمب آنرا توجیه میکنیم ؛ فرض میکنیم BN_B امتداد نصف‌النهار مغناطیسی در این ایستگاه باشد ؛ این امتداد معمولا با BN که موازی نصف‌النهار اولیه است یکی نبوده بلکه با آن زاویه کوچك cV_B بنام تصحیح ایستگاه را تشکیل میدهد .

وقتی از ایستگاه B به A و C قراولروی میکنیم مستقیما روی لمب آزیموت عقب V'_{BA} و آزیموت جلوی V'_{BC} را میخوانیم . حال باید آنها رابه ژیزمان تبدیل کنیم ؛ برای این منظور متوالیا

---

۱ – رجوع به بخش تاکئومتری (قسمت تاکئومتر ها)



ش ۲۳

چنین خواهیم داشت :

$$V_{BA} = V_{AB} + ۲۰۰$$ زیزمان معکوس ضلع AB

$$cV_B = (V_{AB} + ۲۰۰) - V'_{BA}$$ تصحیح ایستگاه B از حیث مقدار وعلامت .

پس زیزمان جلوی ضلع BC چنین میباشد :

$$V_{BC} = V'_{BC} + cV_B$$

همینطور فرض میکنیم cN_C امتداد نصف‌النهار مغناطیسی در ایستگاه سوم C باشد . وقتی از این ایستگاه به B و D قراولروی میکنیم مستقیماروی لمب آزیموت‌های V'_{CB} و V'_{CD} رامیخوانیم و آنوقت برای تبدیل آنها به زیزمان چنین خواهیم داشت :

$$V_{CB} = V_{BC} + ۲۰۰$$ زیزمان معکوس ضلع BC

$$cV_C = (V_{BC} + ۲۰۰) - V'_{CB}$$ تصحیح ایستگاه C از حیث مقدار وعلامت .

پس زیزمان جلوی ضلع CD که برای حساب مختصات راس D لازم داریم چنین میباشد :

$$V_{CD} = V'_{CD} + cV_C$$

همینطور بطور کلی هرگاه در راس شماره n اسباب را توجیه کنیم و سپس به راس پیشرو راس بعد قراولروی نمائیم ، آنچه مستقیماً روی لمب میخوانیم آزیموت های عقب V'_{R_n} و جلو V'_{V_n} در این راس میباشد پس خواهیم داشت :

$$cV_n = (V_{V_{n-1}} \pm ۲۰۰) - V'_{R_n}$$
$$V_{V_n} = V'_{V_n} + cV_n \qquad (۱۵)$$

زیزمانهائی که باید برای محاسبه مختصات بکار برد همین آزیموت های جلوی تصحیح شده که

آنرا ژیزمان جلو یا ژیزمان جلوی تصحیح شده (۱) نیز میگویند، میباشند.

۱۸) محاسبه با زوایای توجیه = ممکن است همین عملیات را با زوایای توجیه Θ انجام داد. در اینصورت دستور محاسبه زاویه توجیه در راس غیر مشخص n چنین میباشد:

$$(16)\quad \begin{cases} c\Theta = (\Theta_{V_{n-1}} \pm 200) - \Theta'_{H_n} \\ \Theta_{V_n} = \Theta'_{V_n} + c\Theta_n \end{cases}$$

مثال ۱ ـ پیمایش . . . ABCDE شکل ۲۳ را در نظر میگیریم. نصف‌النهار مغناطیسی نقطه A را بمنزله نصف‌النهار اولیه اختیار میکنیم. آزیموت‌هائیکه مستقیماً در رئوس متوالی A و B و C و D و E اندازه گرفته‌ایم چنین میباشند:

$V'_{AB} = V_{AB} =$ ۷۰٫۶۸ گ

B: $V'_{BA} =$ ۲۷۰٫۶۴ گ ، $V'_{BC} =$ ۱۲۰٫۲۶ گ

C: $V'_{CB} =$ ۳۲۰٫۳۲ گ ، $V'_{CD} =$ ۹۶٫۱۷ گ

D: $V'_{DC} =$ ۲۹۶٫۱۲ گ ، $V'_{DE} =$ ۱۲۰٫۱۳ گ

E: $V'_{ED} =$ ۳۲۰٫۲۱ گ ، $V'_{EF} =$ ۱۰۰٫۲۸ گ

مطلوبست ژیزمانهای جلوی اضلاع این پیمایش (۱).

بموجب دستور کلی ۱۵ متوالیا چنین خواهیم داشت:

در راس B :

دستورات محاسبه در راس B

$$\begin{cases} cV_B = (V_{AB} + 200) - V'_{BA} \\ V_{BC} = V'_{BC} + cV_B \end{cases}$$

و یا چون مقادیر عددی قرار دهیم:

$cV_B = (70.68 + 200) - 270.64 = +0.04$ گ

ژیزمان جلو در راس B $V_{BC} = 120.26 + 0.04 = 120.30$ گ

ژیزمان عقب در راس B $V_{BA} = 270.64 + 0.04 = 270.68$ گ

در راس C :

---

۱ ـ **سه کلمه، ژیزمان جلو و ژیزمان جلوی تصحیح شده و آزیموت جلوی تصحیح شده** هر سه یکی میباشند ولی معمولاً کلمهٔ تصحیح شده به ژیزمان جلو اضافه نمیکنند زیرا ژیزمان جلو همان آزیموت جلو است وقتیکه آنرا باندازه تصحیح ایستگاه تصحیح کرده باشیم

دستورات محاسبه در راس C

$$\begin{cases} cV_C = (V_{BC} + \text{۲۰۰}) - V'_{CB} \\ V_{CD} = V'_{CD} + cV_C \end{cases}$$

و یا چون مقادیر عددی قرار دهیم :

cV_C = (۱۲۰٫۳۰ + ۲۰۰) − ۳۲۰٫۳۲ = − ۰٫۰۲ ک

V_{CD} = ۹۶٫۱۷ − ۰٫۰۲ = ۹۶٫۱۵ ک

V_{CB} = ۳۲۰٫۳۲ − ۰٫۰۲ = ۳۲۰٫۳۰

در راس D :

دستورات محاسبه در راس D

$$\begin{cases} cV_D = (V_{CD} + \text{۲۰۰}) - V'_{DC} \\ V_{DE} = V'_{DE} + cV_D \end{cases}$$

cV_D = (۹۶٫۱۵ + ۲۰۰) − ۲۹۶٫۱۲ = + ۰٫۰۳ ک

زیرمان جلو در راس D V_{DE} = ۱۲۰٫۱۳ + ۰٫۰۳ = ۱۲۰٫۱۶ ک

زیرمان عقب در راس D V_{DC} = ۲۹۶٫۱۲ + ۰٫۰۳ = ۲۹۶٫۱۵ ک

همینطور در راس E چون دستورات کلی را نوشته ومقادیر عددی قراردهیم نتیجه چنین میشود :

cV_E = (۱۲۰٫۱٦ + ۲۰۰) − ۳۲۰٫۲۱ = − ۰٫۰۵ ک

زیرمان جلو در راس E V_{EF} = ۱۰۰٫۲۸ − ۰٫۰۵ = ۱۰۰٫۲۳ ک

زیرمان عقب در راس E V_{ED} = ۳۲۰٫۲۱ − ۰٫۰۵ = ۳۲۰٫۱٦ ک

معمولا آزیموت های اندازه گرفته شده (یا مشاهده شده) را در جدول زیر یادداشت و تمام محاسبات فوق را در همانجا انجام میدهند :

جدول تصحیح ژیزمانهای اضلاع یک پیمایش منحرفه (مثال ۱)

راوس	اضلاع	آزیموت‌هائیکه بتوسط اسباب اندازه میگیریم: جلو یا مستقیم $V^{-}_{V_n}$	آزیموت‌هائیکه بتوسط اسباب اندازه میگیریم: عقب یا معکوس $V^{-}_{R_n}$	تصحیحات ایستگاهها $cV_n = (V_{V_{n-1}} \pm ۲۰۰) - V^{-}_{R_n}$	ژیزمانهای جلوی (تصحیح شده) $V_{V_n} = V^{-}_{V_n} + cV_n$
		گ	گ		گ
A		۷۰٫۶۸			۷۰٫۶۸
	AB				
B			۲۷۰٫۶٤	+ ۰٫۰٤	
		۱۲۰٫۲۶			۱۲۰٫۳۰
	BC				
C			۳۲۰٫۳۲	− ۰٫۰۲	
		۹۶٫۱۷			۹۶٫۱۵
	CD				
D			۲۹۶٫۱۲	+ ۰٫۰۳	
		۱۲۰٫۱۳			۱۲۰٫۱۶
	DE				
E			۳۲۰٫۲۱	− ۰٫۰۵	
		۱۰۰٫۲۸			۱۰۰٫۲۳

میتوان جدول فوق را بطرز ساده‌تر زیر تشکیل داد . در این جدول بعوض آنکه آزیموت‌های تصحیح شده (یعنی ژیزمانها) را در ستون جداگانه‌ای بنویسیم ، آزیموت های اندازه گرفته شده را در همان ستون خود تصحیح میکنیم از اینقرار :

جدول ساده‌تر برای تصحیح ژیزمانهای اضلاع یك پیمایش منحرفه (مثال ۱)

ایستگاه ها	آزیموت‌های جلوی اندازه گرفته شده $V^{-}_{V_n}$ آزیموت‌های عقب اندازه گرفته شده $V^{-}_{R_n}$ ژیزمانهای جلو (تصحیح شده) V_{V_n}	تصحیحات ایستگاهها $cV_n = (V_{V_{n-1}} \pm ۲۰۰) - V^{-}_{R_n}$
A		
	۷۰ر۶۸ جلو ۲۷۰ر۶۴ عقب ۷۰ر۶۸ جلوی تصحیح شده	
B		$+$ ۰ر۰۴
	۱۲۰ر۲۶ جلو ۳۲۰ر۳۲ عقب ۱۲۰ر۳۰ جلوی تصحیح شده	
C		$-$ ۰ر۰۲
	۹۶ر۱۷ جلو ۲۹۶ر۱۲ عقب ۹۶ر۱۵ جلوی تصحیح شده	
D		$+$ ۰ر۰۳
	۱۲۰ر۱۳ جلو ۳۲۰ر۲۱ عقب ۱۲۰ر۱۶ جلوی تصحیح شده	
E		$-$ ۰ر۰۵
	۱۰۰ر۲۸ . . . . . . ۱۰۰ر۲۳ جلوی تصحیح شده	

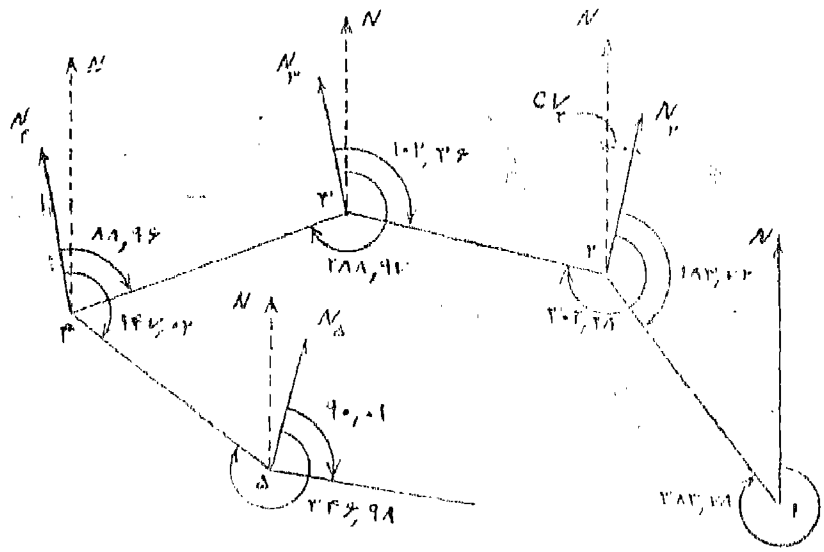
مثال ۳- پیمایش منحرفه ۱ ـ ۲ ـ ۳ ـ ۴ ـ ۵ مفروض است ش ۲۴ . بوسیله یك تا کئومتر آزیموت‌هائی را که در رئوس مختلفه آن اندازه گرفته‌ایم مرتباً در شکل ۲۴ که نمایش کروکی (طرح) پیمایش مزبور است ، یادداشت کرده‌ایم . مطلوبست ژیزمانهای جلوی (مستقیم) تصحیح شده اضلاع متوالی آن .

در اینجا نیز بموجب دستورات (۱۵) متوالیاً چنین خواهیم داشت :

در راس ۲ :

$$\begin{cases} cV_{۲} = (۲۸۳ر۷۸ - ۲۰۰) - ۱۸۳ر۷۲ = +۰ر۰۶ \text{ گ} \\ V_{۲-۳} = ۳۰۲ر۲۸ + ۰ر۰۶ = ۳۰۲ر۳۴ \text{ گ} \end{cases}$$

در راس ۳ :



ش ۲٤

$CV_{۳}$ = (۳۰۲٫۳٤ − ۲۰۰) − ۱۰۲٫۳٦ = − ۰٫۰۲ گ
$V_{۳-٤}$ = ۲۸۸٫۹۷ − ۰٫۰۲ = ۲۸۸٫۹۵ گ

ر راس ۴ :

$CV_{٤}$ = (۲۸۸٫۹۵ − ۲۰۰) − ۸۸٫۹٦ = − ۰٫۰۱ گ
$V_{٤-٥}$ = ۱٤۷٫۰۲ − ۰٫۰۱ = ۱٤۷٫۰۱ گ

ر راس ۵ :

$CV_{٥}$ = (۱٤۷٫۰۱ + ۲۰۰) − ۳٤٦٫۹۸ = + ۰٫۰۳ گ
$V_{٥-٦}$ = ۹۰٫۰۱ + ۰٫۰۳ = ۹۰٫۰٤ گ

معمولا نتایج اندازه‌گیری را در جدول زیر یادداشت نموده و محاسبات فوق را در همانجا انجام میدهند

جدول تصحیح ژیزمانهای اضلاع یک پیمایش منحرفه (مثال ۴)

رئوس	اضلاع	آزیموت‌هائیکه بتوسط اسباب اندازه گرفته میشوند: جلو V'_{V_n}	آزیموت‌هائیکه بتوسط اسباب اندازه گرفته میشوند: عقب V'_{R_n}	تصحیح ایستگاه ها $cV_n = (V_{V_{n-1}} \pm ۲۰۰) - V'_{R_n}$	ژیزمانهای جلو (تصحیح شده) $V_{V_n} = V'_{V_n} + cV_n$
		گ	گ		گ
۱		۲۸۳٫۷۸			۲۸۳٫۷۸
	۱-۲		۱۸۳٫۷۲	+۰٫۰۶	
۲		۳۰۲٫۲۸			۳۰۲٫۳۴
	۲-۳		۱۰۲٫۳۶	−۰٫۰۲	
۳		۲۸۸٫۹۷			۲۸۸٫۹۵
	۳-۴		۸۸٫۹۶	−۰٫۰۱	
۴		۱۴۷٫۰۲			۱۴۷٫۰۱
	۴-۵		۳۴۶٫۹۸	+۰٫۰۳	
۵		۹۰٫۰۱			۹۰٫۰۴
	۵-۶				
۶					

معمولا نتایج را در جدول زیر یادداشت نموده و محاسبات فوق را درهمانجا انجام میدهند

جدول تصحیح ژیزمانهای اضلاع یك پیمایش منحرفه (مثال ۲)

رئوس	اضلاع	آزیموت‌هائیکه بتوسط اسباب اندازه میگیریم — جلو $V^{-}_{V_n}$	آزیموت‌هائیکه بتوسط اسباب اندازه میگیریم — عقب $V^{-}_{R_n}$	تصحیح ایستگاه ها $cV_n=(V_{V_{n-1}}\pm ۲۰۰)-\bar{V}_{R_n}$	ژیزمان‌های جلو (تصحیح شده) $V_{V_n}=\bar{V}_{V_n}+cV_n$
		گ	گ	گ	گ
۱		۳۸۳ر۷۸			۳۸۳ر۷۸
	۱ — ۲				
۲		۳۰۲ر۲۸	۱۸۳ر۷۲	+ ۰ر۰۶	۳۰۲ر۳٤
	۲ — ۳				
۳		۲۸۸ر۹۷	۱۰۲ر۳٦	− ۰ر۰۲	۲۸۸ر۹۵
	۳ — ٤				
٤		۱٤۷ر۰۲	۸۸ر۹٦	− ۰ر۰۱	۱٤۷ر۰۱
	٤ — ۵				
۵		۹۰ر۰۱	۳٤٦ر۹۸	+ ۰ر۰۳	۹۰ر۰٤
	۵ — ٦				
٦					

ممکنست در جدول ساده‌تر زیر نوشت :

جدول ساده‌تر برای تصحیح ژیزمانهای اضلاع یك پیمایش منحرفه (مثال ۴)

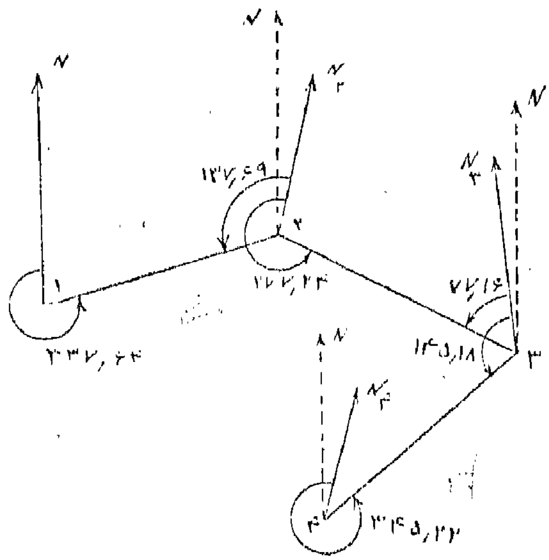
تصحیحات ایستگاهها $cV = (V_{V_{n-1}} \pm ۲۰۰) - \bar{V}_{R_n}$	آزیموت‌های جلو اندازه گرفته شده $\bar{V}_{V_n}$ آزیموت‌های عقب اندازه گرفته شده $\bar{V}_{R_n}$ ژیزمانهای جلو V_{V_n}	ایستگاهها یا رئوس
	گ	۱
	۳۸۳ر۷۸ جلو ۱۸۳ر۷۲ عقب ۳۸۳ر۷۸ تصحیح شده	
+ ۰ر۰۶		۲
	۳۰۲ر۲۸ جلو ۱۰۲ر۳۶ عقب ۳۰۲ر۳۴ تصحیح شده	
− ۰ر۰۲		۳
	۲۸۸ر۹۷ جلو ۸۸ر۹۶ عقب ۲۸۸ر۹۵ تصحیح شده	
− ۰ر۰۱		۴
	۱۴۷ر۰۲ جلو ۳۴۶ر۹۸ عقب ۱۴۷ر۰۱ تصحیح شده	
+ ۰ر۰۳		۵
	۹۰ر۰۱ جلو — — — عقب ۹۰ر۰۴ تصحیح شده	
		۶

مثال ۴ (با زوایای توجیه) = پیمایش منحرفه ۴-۳-۲-۱ را درنظر میگیریم ش ۲۵ . آزیموت هائی را که باسباب در رئوس متوالی آن اندازه گرفته‌ایم روی شکل که نمایش کروکی برداشت است ، یادداشت شده‌اند .

مطلوبست زوایای توجیه جلو (آزیموت های جلوی تصحیح شده) در هر ایستگاه

نصف‌النهار مغناطیسی ایستگاه ۱ را بمنزله نصف‌النهار اولیه اختیار میکنیم .

بموجب دستورات (۱۶) متوالیا چنین خواهیم داشت :



ش ۲۵

ایستگاه ۲:

$c\Theta_2 = (۳۳۷٫۶۴ - ۲۰۰) - ۱۳۷٫۶۹ = - ۰٫۰۵$ گ

$\Theta_{V_2} = ۲۷۷٫۲۴ - ۰٫۰۵ = ۲۷۷٫۱۹$ گ

ایستگاه ۳:

$c\Theta_3 = (۲۷۷٫۱۹ - ۲۰۰) - ۷۷٫۱۶ = + ۰٫۰۳$ گ

$\Theta_{V_3} = ۱۴۵٫۱۸ + ۰٫۰۳ = ۱۴۵٫۲۱$ گ

تصحیح ایستگاه ۴ $c\Theta_4 = (۱۴۵٫۲۱ + ۲۰۰) - ۳۴۵٫۲۲ = - ۰٫۰۱$ گ

میتوان روی زمین نتایج اندازه گیریها را در جدول زیر یادداشت نموده و محاسبات را در همانجا انجام داد .

جدول تصحیح زوایای توجیه اضلاع یك پیمایش منحرفه (مثال ۴)

رئوس	اضلاع	آزیموت‌هائیکه بتوسط اسباب اندازه گرفته شده‌اند: جلو $\theta^{-}_{V_n}$	آزیموت‌هائیکه بتوسط اسباب اندازه گرفته شده‌اند: عقب $\theta^{-}_{R_n}$	تصحیح ایستگاهها $c\theta_n = (\theta_{V_{n-1}} \pm ۲۰۰) - \theta_{R_n}$	زوایای ترجیه جلوی تصحیح شده $\theta_{V_n} = \theta_{V_n} + c\theta_n$
		گ	گ	گ	گ
۱		۳۳۷٫۶۴			۳۳۷٫۶۴
	۱-۲		۱۳۷٫۶۹		
۲		۲۷۷٫۲۴		− ۰٫۰۵	۲۷۷٫۱۹
	۲-۳		۷۷٫۱۶		
۳		۱۴۵٫۱۸		+ ۰٫۰۳	۱۴۵٫۲۱
	۳-۴		۳۴۵٫۲۲		
۴				− ۰٫۰۱	

ممکنست نتایج‌را در جدول ساده‌تر زیر نوشت :

جدول تصحیح زوایای توجیه در پیمایش مثال ۳

ایستگاهها یا رئوس	θV_n آزیموتهای جلوی اندازه‌گرفته‌شده θR_n آزیموتهای عقب اندازه‌گرفته شده θV_n زوایای توجیه (تصحیح شده)	تصحیحات ایستگاه ها $C^{\theta}_n = (\theta V_{n-1} \pm ۲۰۰) - \theta R_n$
	گ‌ک	گ‌ک
۱	۳۳۷ر٦٤	
	۱۳۷ر٦۹	
	۲۳۷ر٦٤	
۲		- ۰ر۰۵
	۲۷۷ر۲٤	
	۷۷ر۱٦	
	۲۷۷ر۱۹	
۳		+ ۰ر۰٤
	۱٤۵ر۱۸	
	۳٤۵ر۲۲	
	۱٤۵ر۲۱	
٤		- ۰ر۰۱

B ـ محاسبه ژیزمانها و زوایای توجیه جبران شده

۱۹) ـاین محاسبه فقط برای پیمایش‌های زاویه‌سنجی مفید میباشد ودرموردآنها اجرامیگردد ، چه فقط در این پیمایش است که میتوان قبلا خطای بست زاویه‌ای را که معرف مجموع جبری خطاهای واقعی در تمام سنجش های زاویه‌ایست ، آشکار ساخته و بعدآنرا از راه محاسبه‌جبران نمود (یعنی‌روی تمام زوایا توزیع کرد) ؛ بر عکس در پیمایش‌های منحرفه که ژیزمانهای اضلاع بهم بستگی ندارند ،غیر از جبرانی که میتوان در مختصات رئوس آنها نمود ، جبران دیگری وجود ندارد .

حال ما راجع به جبران پیمایش های زاویه سنجی صحبت کرده و برای آن چهار حالت زیر را در نظر میگیریم :

۱ ـ پیمایشی که بین دو نقطه معلوم درج شده باشد

۲ ـ پیمایش‌هائیکه از نقاط معلومی صادر شده و در نقطه‌ای بنام نقطه گره بهم میرسند

۳ ـ شبکه مستقلی از پیمایش های مسدود

٤ - پیمایش منفردیکه طول آن خیلی زیاد میباشد

٣٠) پیمایشی که بین دو نقطه معلوم درج شده باشد = پیمایش PABCQ

شکل ١٦ را در نظر میگیریم . این پیمایش بین دو نقطه مثلثاتی معلوم و مشخص P و Q درج شده است (١) . ژیزمان حقیقی ضلع PM مثلث یعنی V_{PM} معلوم ست (٢) . همچنین ژیزمان حقیقی ضلع QM مثلث یعنی V_{QM} نیز معلوم میباشد (٢) . هرگاه از ژیزمان معلوم ضلع PM عزیمت کرده همانطور که در § ١٣ گفته شد ، متوالیا ژیزمانهای جبران نشده اضلاع پیمایش مزبور را حساب کنیم ، آخرالامر برای ضلع QM مثلث ژیزمانی مساوی V'_{QM} بدست میآید ، خطای بست زاویه‌ای در اینجا چنین میباشد :

$$f_V = V'_{QM} - V_{QM}$$

در اینجا ژیزمان معلوم V_{PM} که از آن ، محاسبه ژیزمانهای اضلاع متوالی را شروع کرده‌ایم ، به **ژیزمان عزیمت** موسوم ست ؛ آنرا بعلامت V_D نمایش میدهیم . همچنین ژیزمان نهائی V'_{QM} ، که بکمک حساب از روی ژیزمان ضلع عزیمت بدست آمده است ، به **ژیزمان وصول** موسوم میباشد ؛ آنرا به V_A نمایش میدهیم . میتوان مستقیماً ، بدون عبور از ژیزمانهای اضلاع میانی ، ژیزمان وصول را همانطورکه جدول II بعد نشان خواهدداد ، از روی ژیزمان ضلع عزیمت حساب نمود از این قرار :

فرض میکنیم $\Sigma\omega'$ مجموع زوایای نقشه برداری که روی زمین اندازه گرفته‌ایم باشد (زوایای نقشه‌برداری تصحیح نشده) وجهت تقسیمات لمب اسباب نیزمثبت باشد ، دراینصورت چنین خواهیم‌داشت،

$V'_A = V_D - \Sigma\omega'$ (در اینجا V'_{QM} میباشد)

از طرف دیگری هرگاه تصحیح موقتی ایستگاه Q راکه بموجب طریقه جدید (§ ١٥) بدست میآید ، به $c'V_Q$ نمایش دهیم و همچنین تصحیح حقیقی همین ایستگاه را به cV_Q نمایش دهیم ، متوالیا چنین خواهیم داشت :

$$V'_{QM} = l_{QM} + c'V_Q$$

$$V_{QM} = l_{QM} + cV_Q$$

$$f_v = V'_{QM} - V_{QM} = c'V_Q - cV_Q$$

یعنی خطای بست زاویه‌ای f_v مساویست بااختلاف ژیزمانهای منتقله (٣) و

---

١ - ممکنست دو نقطه P و Q (یا یکی از آنها) رئوس پیمایش های اولیه‌ای باشند که قبلا حساب شده‌اند

٢ - فرض میکنیم این ژیزمانها قبلا از روی مثلث بندی کردن زمین تعیین و حساب شده باشند (کانوای مرتبه اول) .

٣ - منظور از ژیزمان منتقله ژیزمانی است که از روی حساب ، به ضلع Q M انتقال داده میشود (V'_{QM})

حقیقی قراولروی نهائی QM ، یاآنکه مساویست بااختلاف مقادیر منتقله وحقیقی تصحیح ایستگاه Q

جبران

در هر صورت باید خطای بست زاویه‌ای را معلوم کنیم و اگر قابل قبول باشد ، آنرا جبران نمائیم . فرض میکنیم n تعداد کلی ایستگاهها و ε خطای متوسط کوادراتیك درسنجش‌یك زاویه (برای اسباب و طرز اجراء مشاهده با آن) باشد .

حداعلی خطای قابل قبول یا **تخلف مجاز** چنین میباشد ،

$$t = ۲,۵\ \varepsilon \sqrt{n}$$

که باید همیشه $f_v < t$ باشد

هرگاه این نا مساوی بر قرار نباشد ، باید نسبت بمشاهدات یا محاسباتی که اجرا شده است ، بدگمان بود ؛ در اینصورت محاسبات را تجدید نظر میکنیم و در صورت لزوم آنها را روی زمین تحقیق مینمائیم .

بعد از تصحیح غلط ها ، هرگاه خطای بست زاویه‌ای ازتخلف مجاز کوچکتر باشد ، یعنی‌قابل قبول باشد ، برای ازبین بردن آن ، آنرا روی ژیزمانهای‌اضلاع متوالی توزیع میکنیم ؛ در اینصورت بهر یك ازژیزمانهای اضلاع ، مقدار dv بنام‌تصحیح جبران اضافه میشود . مقادیر dv برای ژیزمانهای اضلاع متوالی پیمایش بقرار زیر میباشند :

تصحیح dv برای ژیزمان ضلع اول پیمایش PA مساوی $\frac{-f_v}{n}$ میباشد

» » » » دوم AB » $-\frac{۲f_v}{n}$ »

— — — — — — — — — —

» » » » n ام QM » $-\frac{nf_v}{n}$ »

البته قراولروی QM قراولروی آزمایشی است .

بدین ترتیب چنانکه می‌بینیم به قراولروی QM ضلع مثلث که ژیزمان جبران نشده‌اش V'_{QM} میباشد تصحیح جبرانی مساوی f_v میرسد و در نتیجه با ژیزمان حقیقی V_{QM} برابر میشود

ژیزمانهائی که بدین ترتیب تصحیح میشوند به ژیزمانهای جبران شده موسومند .

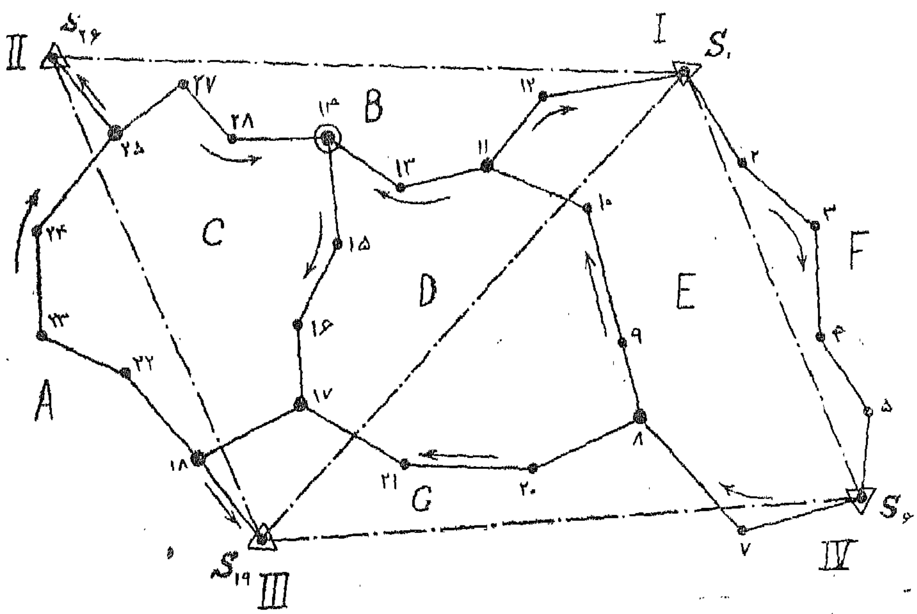
این بود اصل جبران یك پیمایش ولی اجراء محاسبه آن معمولا بترتیب زیر با اندکی تفاوت صورت میگرد ،

وقتی ژیزمانها از روی زوایای نقشه برداری بدست میایند، بهتر آنست که پیش از اقدام بمحاسبهٔ آنها ، جبرانها راروی خود n زاویه نقشه برداری توزیع نمائیم؛ بدین ترتیب همانطورکه سابقاً در ص ۲۱ § ۶ نیز گفته شد هر زاویه نقشه برداری باندازه $\frac{f_v}{n}$ تصحیح میشود (رجوع بمثال جدول II صفحهٔ ۵۸)

هرگاه ژمانهای پیمایش را با طریقه جدید (انتقال توجیه) حساب کرده باشیم ، مستقیما به تصحیحات موقتی cv' ایستگاه‌ها ، جبرانهای متوالی زیر را اضافه میکنیم

$$-\frac{f_v}{n} \quad \text{و} \quad -۲\frac{f_v}{n} \quad \text{و} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad -f_v$$

(رجوع بمثال جدول III صفحه ۶۰)



ش ۲۶

جدول II در صفحات ۵۸ و ۵۹ و جدول III درصفحه ۶۰ ترسیم شده است ، حالا مختصری بشرح جدول III میپردازیم

شرح مختصری از جدول III - دراین‌جدول ژیزمانها را باطریقه انتقال‌توجیه (طریقه جدید) حساب کرده‌ایم . تصحیحات موقتی ایستگاه‌هاکه مستقیماً بکمك فورمول‌های مربوطه ازراه حساب بدست میآیند ، را در ستون ۵ نوشته‌ایم . مقادیر e موسوم به **جبران** که باید بهر تصحیح موقتی اضافه شود تا تصحیح جبران شده یعنی تصحیح قطعی ایستگاه‌هابدست آیند ، درستون ۶ نوشته‌شده‌اند . تصحیحات **جبران شده** ایستگاه‌ها یا **تصحیحات قطعی** ایستگاه‌ها در ستون ۷ نوشته شده‌اند .

درستونهای ۳ و ٤ دوتا ژیزمان نوشته شده است ؛ یکی‌ژیزمانی که درهرایستگاه مستقیمابااسباب اندازه گرفته میشود (موسوم به ژیزمان مشاهده شده) و دیگری همین ژیزمان وقتیکه آنها را باندازه تصحیح cV ایستگاه تصحیح کرده‌ایم (اعداد درشت) و آنرا ژیزمان تصحیح شده میگویند .

مقدار ۰٫۸۵۰ - بنابه فرض ژیزمان موقتی ایستگاه۸ میباشد کهفرض میکنیم‌قبلا آنرادر پیمایش S_6 — ۷ — ۸ معلوم کرده‌ایم . همچنین فرض میکنیم ۰٫۸۱۰ — (در ستون ۷) تصحیح جبران شده ایستگاه ۸ باشد که آنرا نیز قبلا معلوم نموده‌ایم ؛ جبران معلوم ایستگاه ۸ عبارتست از :

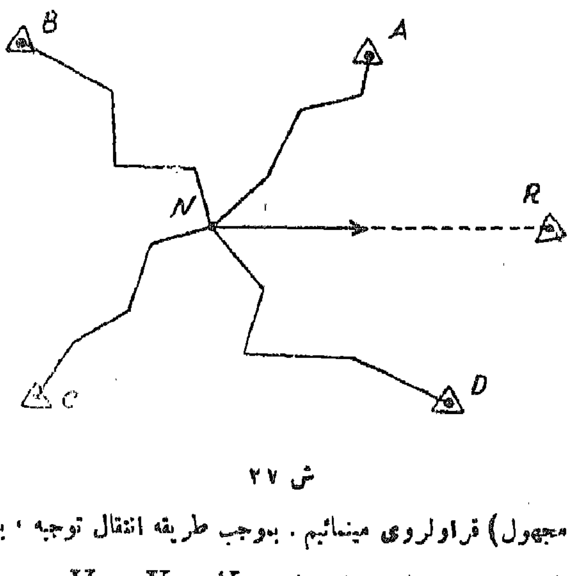
میلی‌گراد ٤۰ = گ ۰٫۰٤۰ = (— ۰٫۸۵۰) — ۰٫۸۱۰ —

بطور خلاصه مقادیر معلوم با اعداد ریز نوشته‌شده و سایر مقادیر (اعداد سیاه و درشت) از راه محاسبه بدست‌آمده‌اند

۳۱) پیمایش هائیکه‌از چندنقطه معلوم‌صادرشده و در یك نقطه گره بهم

میرسند = فرض‌میکنیم چندین‌پیمایش ازچندین نقطه‌مثلثاتی A وB وC وD و. . . صادرشده ودر نقطه N بنام **نقطه گره** بهم برسندش ۲۷ . در اینحالت ازژیزمان معلوم امتداد معینی بنام **امتداد اولیه** که معمولا امتداد یك نقطه مثلثاتی غیر مشخص است ، عزیمت کرده‌متوالیا ژیزمانهای جبران نشده اضلاع هرپیمایش‌را حساب‌مینمائیم.

وقتی‌نقطه‌گره N را بعنوان ایستگاه اختیار میکنیم ، بعلامت دوری مانندیك نقطه مثلثاتی A یا B یا . . . یا هر



ش ۲۷

نقطه مراجعه دیگری مثل R (معلوم‌یا مجهول) قراولروی مینمائیم . بموجب طریقه انتقال توجیه ، برای این‌قراولروی (مثلا قراولروی NR) باندازه تعداد پیمایش ها ، مقادیر V_A و V_B و V_C و . . . . . ژیزمان جبران نشده بدست میاید . بعد مقدار متوسط V آنها را اختیار میکنیم .

جدول شماره II (مثال راجع به پیمایش موجود در شکل ۲۶)

محاسبه ژیزمانها بوسیله زوایای نقشه برداری و جبران آنها

(دراین جدول آنچه بااعداد ریزترنوشته شده است ، نمایش مقادیر معلوم وآنچه با اعداددرشت تر نوشته شده‌اند ، نمایش مقادیر حساب شده میباشند)

ایستگاه ها یا رئوس پیمایش (رجوع بشکل ۲۶)	قرائت های لمب افقی قرائت متوسط برای قراولروی عقب l_R قرائت متوسط برای قراولری جلو l_V	زوایای نقشه‌برداری تصحیح نشده $\bar{\omega} = l_V - l_R$ زوایای نقشه برداری تصحیح شده (جبران شده). (۲) $\omega = \bar{\omega} - e$	تصحیحات جبران . با علامت مخالف $-e$	ژیزمانهای اضلاع پیمایش $V_n = V_{n-1} - \omega$	ملاحظات
	گک	گک	میلی گراد	گک	(۱) محاسبه تخلف مجاز = t خطای متوسط کوادراتیک یک زاویه چنین است e = ±۱۲ میلی گراد پس : $t = ۲٫۵\, e \sqrt{n}$ (۲) برای صفر کردن خطای بست که ۲۸ـ میلی گراد میباشد باید اصولا به نتایج تصحیح نشده‌ایکه ازقراولرویها بدست میآید تصحیحات جبران e را که‌مقدار کلی آن ۲۸+ میلی گراد است وارد ساخت . اما اینجا باید ملاحظه نمود
۷	۲۲۹٫۲۹۳			$V_D =$ ۳۶۹٫۸۹۰	
۸	۳۵۷٫۲۴۰ ۱۵۶٫۹۷۰	۱۲۷٫۹۴۷ **۱۲۷٫۹۴۰**	−۷	**۴۹٫۹۵۰**	
۹	۳۸۴٫۲۵۵ ۱۸۴٫۳۵۰	۲۲۷٫۲۸۵ **۲۲۷٫۲۷۸**	−۷	**۱۴٫۶۷۲**	
۱۰	۲۴٫۸۵۰ ۲۲۴٫۸۲۵	۲۴۰٫۵۰۰ **۲۴۰٫۴۹۳**	−۷	**۲۷۴٫۱۷۹**	
۱۱	۳۵۵٫۷۹۶	۱۳۰٫۹۷۱ **۱۳۰٫۹۶۴**	−۷	**۴۳٫۲۱۵** $V_A =$ ۴۳٫۲۱۵	

				۱۲
که در محاسبه V ها (ستون پنجم) مقادیر ω باید کم‌شوند پس چنین خواهیم داشت : $V_n = V_{n-1} - \bar{\omega} + e$ که میتوان آنرا چنین نوشت $V_n = V_{n-1} - (\bar{\omega} - e)$ در ستون چهارم مقادیر e را با علامت مخالف یعنی e − و در ستون سوم در زیر $\bar{\omega}$ ها مقادیر : $\omega = \bar{\omega} - e$ یادداشت شده‌اند	$V_D - V_A =$ ۳۲۶٫۶۷۵ ۷۲۶٫۶۷۵	(۲) $\Sigma(-e) = -$ ۲۸ $- f = +$ ۲۸	$\Sigma\bar{\omega} =$ ۷۲۶٫۷۰۳	$\Sigma l_R = \ldots\ldots\ldots$ ۷۹۵٫۴۳۸ $\Sigma l_v = \ldots\ldots$ ۱۱۲۲٫۱۴۱ $\Sigma l_v - \Sigma l_R =$ ۳۲۶٫۷۰۳

زیزمان V_D عزیمت = ۳۶۹٫۸۹۰

زیزمان وصول { $\bar{V}_A = V_D - \Sigma\bar{\omega} =$ ۴۳٫۱۸۷

V_A معلوم = ۴۳٫۲۱۰ }

خطای بست زاویه‌ای $f = \bar{V}_A - V_A = -$ ۲۸

میلی گراد ۶۰ = $\sqrt{٤}$. ۲٫۱ . ۲٫۵ = t : تخلف مجاز (۱)

جدول III (مثال راجع به پیمایش موجود در شکل ۲۶)

انتقال توجیه : محاسبهٔ تصحیحات ایستگاه و ژیزمانهای جبران شده

(در این جدول مقادیریکه با اعداد کوچکتر نوشته شده‌اند ، مقادیر معلوم میباشند ؛ سایر مقادیر از روی حساب بدست آمده‌اند)

یادداشت قطعات پیمایش‌ها (۱) ۱	رئوس یا ایستگاه‌ها ۲	ژیزمانهای مشاهده‌شده $\bar{V}$ و تصحیح‌شده $V^{\cdot}$ — معکوس (فراولروی بطرف عقب) ↑ ۳ −	ژیزمانهای مشاهده‌شده $\bar{V}$ و تصحیح‌شده $V^{\cdot}$ — مستقیم (فراولروی بطرف جلو) ↓ ۴ +	تصحیحات موقتی ایستگاه‌ها $cV^{\cdot}$ ۵	جبران e ۶	تصحیحات جبران شده ایستگاه ها $cV^{\cdot}+e=cV$ یا تصحیح قطعی ۷	ژیزمانهای مستقیم یا جلوی جبران شده $V^{\cdot}+cV=$ $V^{\cdot}+e=V$ ۸	ملاحظات ۹
		گ‌ک	گ‌ک	گ‌ک	میلی‌گراد	گ‌ک	گ‌ک	(۱) - به شکل ۲۶ صفحه ۵۶ قطعه پیمایش محصور بین کثیرالاضلاعهای D و E مراجعه کنید . ۲ـ مقدار معلوم ۰٫۸۵۰ — گراد رافرض کرده‌ایم از قسمتی از همین جدول که قبلا برای قطعه پیمایش EG (S_1 — ۷ — ۸) تنظیم شده ودرهمین ستون ۵ پیش ازقسمت مربوط به DE میباید نوشته‌شده‌باشد ، بدست آمده است ۳ ـ این مقادیر را فعلا معلوم و مفروض در نظر میگیریم ٤ـ این مقادیر عبارتند از اختلاف بین مقدار معلوم cV و مقدار $cV^{\cdot}$ یعنی : $e=cV^{\cdot}-cV$
DE	۸		۴۲٫۷۶۰	−۰٫۸۰۰(۲)	+۴۰(۱)	−۰٫۸۱۰(۳)		
			۴۱٫۹۱۰				۴۱٫۹۵۰	
	۹	۲۴۳٫۰۳۰	۱۵٫۷۴۵	−۱٫۱۲۰	+۴۷	−۱٫۰۷۳		
			۱۴٫۶۲۵				۱۴٫۶۷۲	
	۱۰	۲۱۰٫۶۰۰	۳۷۵٫۱۵۰	−۱٫۰۲۵	+۵۴	−۰٫۹۷۱		
			۳۷۴٫۱۲۵				۳۷۴٫۱۷۹	
	۱۱	۳۷۵٫۱۷۵		−۱٫۰۵۰	+۶۰(٤)	−۰٫۹۹۰(۳)		
			$\Sigma V^{\cdot}=$	$dV=$	$e_n-e_1=$	−۳٫۸٤٤	۴۴۰٫۸۰۱	
		۸۳۳٫۸۵۵	٤۳۳٫٦۵۵	$cV^{\cdot}_n-cV^{\cdot}_1=$	$=+$۲۰			
		−۰٫۲۰۰		$=-$۰٫۲۰۰	$\frac{۲۰}{۳}=+$۷			
محاسبات آزمایش (کنترل)			مجموع $\Sigma V^{\cdot}=$ ۴۴۰٫۶۶۰	− ٤٫۰٤۵ + ۱٫۰۵۰	+ ۲۰۱ − ٦۰ + ۱۴۱	$-=$۳٫۸٤٤	$=$۴۴۰٫۸۰۱	
	$\Sigma V^{\cdot}-\Sigma \bar{V}=-$۲٫۹۹۵			−۲٫۹۹۵				

برای این منظور ابتدا فرض میکنیم که تمام زوایا بتوسط یك دسته (اکیپ) معین و طبق یك قاعده معین مورد مشاهده (برای اندازه‌گیری) قرار گرفته باشند و تمام پیمایش ها نیز از لحاظ طول اضلاع تقریبا هم جور باشند ؛ در اینصورت تمام زوایا دارای یك دقت متوسط معین خواهند بود .

فرض میکنیم e خطای متوسط یکی از آنها و n_A و n_B و n_C و ..... تعداد اضلاع پیمایش های صادر از نقاط A و B و C و ...... باشند . در هر یك از این پیمایش ها تعداد ایستگاهها یکی از تعداد n اضلاع زیادتر است ؛ پس خطای متوسط E متناظر با ژیزمان NR بقرار زیر میباشد و آن مساوی خطای متوسط مجموع زوایائی که در حساب مداخله مینمایند ، خواهد بود :

$E_A = e\sqrt{n_A + 1}$: برای پیمایش صادر از A

$E_B = e\sqrt{n_B + 1}$: B « « «

$E_C = e\sqrt{n_C + 1}$: C « « «

از طرف دیگر هرگاه P_A و P_B و P_C و ..... اعدادی متناسب با وزن های نظری نتایج قسمتی که برای تشکیل **مقدار متوسط** لازمند، باشند آنوقت میتوان چنین نوشت :

$$P_A = \frac{1}{E_A^2} \qquad P_B = \frac{1}{E_B^2} \qquad P_C = \frac{1}{E_C^2} \qquad \ldots$$

یا هرگاه بجای E ها مقادیر فوقشان را قرار دهیم :

$$P_A = \frac{1}{e^2(n_A + 1)} \qquad P_B = \frac{1}{e^2(n_B + 1)} \qquad P_C = \frac{1}{e^2(n_C + 1)} \qquad \ldots$$

بالاخره ژیزمان متوسط NR چنین خواهد بود

$$\frac{V_A \cdot P_A + V_C \cdot P_C + \ldots\ldots}{P_A + P_B + P_C + \ldots\ldots} = \frac{\Sigma(V \cdot P)}{\Sigma P}$$

و خطای متوسط E_m چنین خواهد بود :

$$E_m = \frac{1}{\sqrt{\Sigma p}}$$

حال برای هر پیمایش خطای بست زاویه‌ای f را نسبت باین مقدار متوسط V حساب مینمائیم آنوقت متوالیا چنین خواهیم‌داشت :

$f_A = V_A - V$: برای پیمایش صادر از A

برای پیمایش صادر از B : $f_B = V_B - V$

برای پیمایش صادر از C : $f_C = V_C - V$

— — — — — — — —

بدین ترتیب ، موضوع بحالت پیش (§ ۲۰) منجر میشود . خطاهای بست را توزیع میکنیم و همانطوریکه گفته شده است ژیزمانهای جبران شده راحساب مینمائیم .

ملاحظه = در حالتیکه مورد نظر میباشد ، خطای e ممکنست عدداً معلوم نباشد . آنوقت بجای p_A و p_B و p_C و . . . . مقادیر عددیدیگری مثل P'_A و P'_B و P'_C و . . . . . را بموجب روابط زیر قرار میدهیم :

$$P'_A = \frac{1}{(n_A + 1)}$$

$$P'_B = \frac{1}{(n_B + 1)}$$

$$P'_C = \frac{1}{(n_C + 1)}$$

— — — —

واضح است که E_m نمیتواند مورد محاسبه قرار گیرد ، بلکه فقط میتوان آنرا برحسب e مجهول تعیین نمود .

هرگاه بعلت تغیر شخص عمل کننده ، یا اسباب ، یا طرز مشاهده ، خطای متوسط زاویه‌ای از یك پیمایش به پیمایش دیگر فرق کند ، اصولا باید همان روش فوق را پیروی کنیم ؛ اما آنوقت باید برای هر پیمایش مقدار عددی خطای متوسط e یك زاویه را دانسته و آنرا در روابطی‌که E را بدست میدهند ، دخالت دهیم .

۴۳) = در حالتیکه مطابق طریقه جدید ، متوالیاً تصحیحات ایستگاهرا تعین میکنیم (§ ۱۵) برای ایستگاهی که در نقطه گره N اختیار میشود ، به تعداد پیمایش ها تصحیح ژیزمان بدست میآید . بعد بموجب آنچه که قبلا گفته شده است ، وزن های p_A و p_B و . . . . راتعین نموده با بکار بردن آنها مقادیر $c'V_N$ و $c''V_N$ و . . . . . . را حساب مینمائیم و بعد مقدار متوسط cV_N آنها را اختیار میکنیم .

خطاهای زاویه‌ای بست f_A و f_B . . . . پیمایش های صادر از A و B و . . . . مانند آنچه که در § ۲۰ گفته شد از روابط زیر بدست میآیند ،

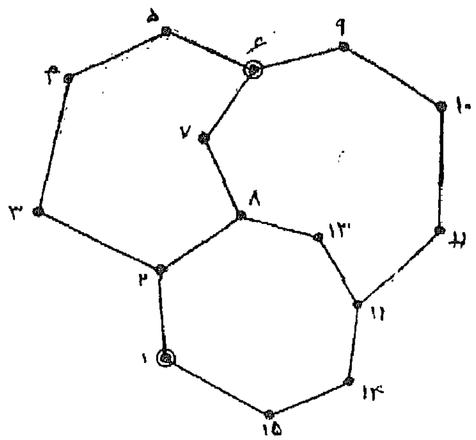
$$f_A = c'V_N - cV_N$$

$$f_B = c''V_N - cV_N$$

— — — —

بعداز آنکه این خطاها مورد قبول واقع شدند ، مانند پیش اقدام به جبران آنها مینمائیم .

۳۴) شبکه مستقلی از پیمایش های مسدود – شبکه‌ایرا که در شکل ۲۸ نمایش داده‌ایم در نظر میگیریم . برای این شبکه میتوان سه حالت زیر را در نظر گرفت :



ش ۲۸

۱ - آزیموت‌های حقیقی دو یا چندضلع آن (مثلا ۲-۱ و ۹ - ٦) راتعین کرده‌ایم

۲- آزیموت حقیقی یك ضلع عزیمت مثلا ۲-۱ را تعین نموده‌ایم

۳- برای تعین آزیموت صحیح عزیمت هیچگونه مشاهده بخصوصی اجرا نکرده‌ایم .

حالت اول - در اینجا کانوا بصورت شبکه‌ای از چند پیمایش مسدوداست .آزیموت های حقیقی چند ضلع مثلا ۲ -۱ و ۹ - ٦ را میدانیم و آنها را در ایستگاه های ۱ و ٦ مثلا بکمك مشاهدات نجومی تعین کرده‌ایم بعد نصف‌النهار یکی مثلا ایستگاه ۱ را بمنزله نصف‌النهاراولیه (که بعنوان آسه Xها نیزاختیار میشود) در نظر گرفته آزیموت های مزبور را به ژیزمان مبدل میسازیم (یعنی آنها را بخطوط موازی بانصف النهار اولیه ربط میدهیم) . نقاط نظیر او ٦ را که درآنها آزیموت های اضلاع‌را مثلا بکمك مشاهدات نجومی تعین میکنند و بعد آنها را به ژیزمان مبدل میسازند ، به **مرکز های توجیه** موسومند . اگر شبکه وسیع تر باشد ، تعداد مرکز های توجیه زیادتر است و اگر فواصل‌بین آنها در جهت مدارات‌کره زمین از ۲ یا ۳ کیلومتر تجاوزنمایدباید تصحیح مربوط به **تقارب نصف‌النهارات** (۱) رادرمحاسبه ژیزمان ها دخالت دهیم ؛ مثلا در مثال شکل ۲۸ آنرا از آزیموت ضلع ۹ - ٦ کم میکنیم .

برای تمام مرکزهای توجیه (در اینجا ایستگاه های او ٦) **تصحیح ایستگاه** معلوم‌میباشد

حال یك نقطه گره‌مرکزی یعنی نقطه‌ایکه‌تقریباً ازمرکزهای توجیه متساوی الفاصله باشد ،جستجو میکنیم (طریقه **سانگه**) . تمام خط سیرهائی که این نقطه گره را بمرکزهای توجیه وصل میکنند ،در نظر میگیریم ؛ حتی‌المقدور خط سیرهائی را انتخاب میکنیم‌که‌کاملا از هم مستقل بوده و با هم هیچ‌ضلع مشترکی نداشته باشند (۳) ؛ مثلا در مثال شکل ۲۸ که ۱ و ٦ مرکزهای توجیه میباشند ، نقطه گره ۸ و خط سیرهای ۸- ۲-۱ و ۸-۱۳-۱۲-۱٤-۱۵-۱ و ۸-۷-٦ را در نظر میگیریم .

طریقه انتقال توجیه را در طول هریك از این مسیرها بکار می‌بریم ؛ بدین ترتیب به تعداد خط سیرها برای نقطه گره ۸ تصحیح ایستگاه بدست میاید ؛ مقدار **متوسط** آنها را اختیار مینمائیم .

---

۱ -Sanguet برای فهمیدن این طریقه به فصل دوم مثلث بندی مراجعه کنید (به § موضوع مربوط به محاسبه یك ژیزمان متوسط بکمك تصحیح متوسط ایستگاه)

حال نقطه گره ۸ را بمنزله **مرکز توجیه** جدیدی در نظر گرفته بکمك آن و تمام یا قسمتی از سایر مرکزهای توجیه ، تصحیح یك یاچند نقطه گره دیگررا معلوم مینمائیم . این عمل را آنقدر ادامه میدهیم تا برای تمام نقاط گره تصحیح ایستگاه‌بدست آید . بعد بموجب آنچه در § ۲۰ گفته شد هر قطعه پیمایش محصور بین دو نقطه‌گره متوالی را جبران میکنیم .

حالت دوم و سوم = در حالت دوم که آزیموت حقیقی ضلع ۲-۱ معلوم است(۱)، ژیزمان V_{1-2} این ضلع را معلوم میکنیم و بعد تصحیح ایستگاه ۱ را از رابطه زیر بدست میاوریم :

$$cV_1 = V_{1-2} - l_{1-2}$$

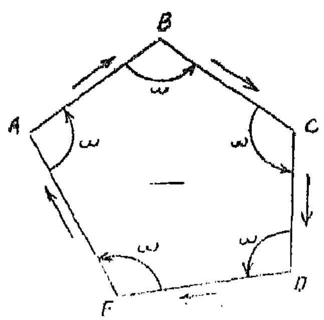
l_{1-2} قرائت متوسط لمب بازاء قراولروی ۲-۱ میباشد .

در حالت سوم که برای تعین آزیموت صحیح عزیمت هیچگونه مشاهده(قراولروی)خاصی صورت نگرفته است ، قرائت آزیموتی متوسط l_{1-2} متناظر باقراولروی۲-۱ را بمنزله ژیزمان عزیمت اختیار میکنیم ؛ در حقیقت تصحیح اولین ایستگاه پیمایش صفر در نظر گرفته میشود .

بدین ترتیب هر دو حالت یکی شده وبطور یکسان مورد عمل قرار میگیرند یعنی برای جبران آنها همان اصولی که قبلاً گفته شد ، بکار میروند .

مثلاً در شبکه‌ایکه درشکل ۲۸ نمایش داده‌ایم ، ابتدا تصحیح متوسط نقطه گره‌ایرا تعین میکنیم که حتی‌المقدور از ایستگاه عزیمت‌دور باشد مثلاً تصحیح متوسط نقطه گره٦ را تعین مینمائیم . بعد بکمك مسیرهای ٦-٥-٤-٣-٢-١ و ٦-٧-٨-٢-١ و ٦-٩-١٠-١١-١٢-١٤-١٥-١ طبق آنچه در § ۲۲ گفته شده است عمل میکنیم . پس از اجراء این محاسبه ، ایستگاه ٦ بیك مرکز توجیه تشبیه شده و کار مانند حالت اول خاتمه میابد .

ملاحظه راجع بیك پیمایش منفرد مسدود = پیمایش منفرد و مسدود ABCDE (شکل از صفحه ۱۷) را در نظر میگیریم . میتوان این پیمایش را مرکب از دو پیمایش ABCD و A E D بنام پیمایش های قسمتی که هر دو از نقطه ابتدائی A صادر شده و در نقطه نهائی D بهم میرسند ، در نظر گرفت .



ش ۷ از صفحه ۱۷

حال برای هریك ازاین‌دومسیر میتوانیم از ژیزمان ضلع عزیمت AB (مثلا) شروع کرده متوالیا ژیزمان امتداد وصولی‌مثل‌DE رابدست آوریم **یاآنکه** از تصحیح‌ژیزمان ایستگاه اول A شروع کرده بالاخره تصحیح ایستگاه نهائی D را حساب نمائیم .

---

۱ ـ مثلاً آنرا بتوسط قراولروی به ستاره قطبی یا خورشید تعین کرده‌ایم (طرز اجراء آن بعداً خواهد آمد)

بعد مقدار متوسط دونتیجه حاصله را اختیار میکنیم و اختلافاتشان‌ رانسبت بدان می سنجیم و بعد عمل جبران را همانطور که گفته شد انجام میدهیم.

اما ساده تر آنست که محیط کثیر الاضلاع را بمنزله پیمایش منفردی در نظر بگیریم و بعد خطای بست زاویه‌ایرا بترتیب زیر حساب کنیم :

خطای بست زاویه‌ای مساویست با اختلاف بین ژیزمان ضلع عزیمت V وژیزمان‌همین ضلع V´ که‌پس‌ازطی پیمایش‌دوباره بکمك‌حساب بدست‌میاید:

$$f = V' - V$$

یا آنکه مساویست باختلاف بین تصحیح cV ایستگاه عزیمت A و مقدار تصحیح همین ایستگاه‌که پس ازطی پیمایش باطریقه انتقال توجیه دوباره cV´ بدست میاید :

$$f = cV' - cV$$

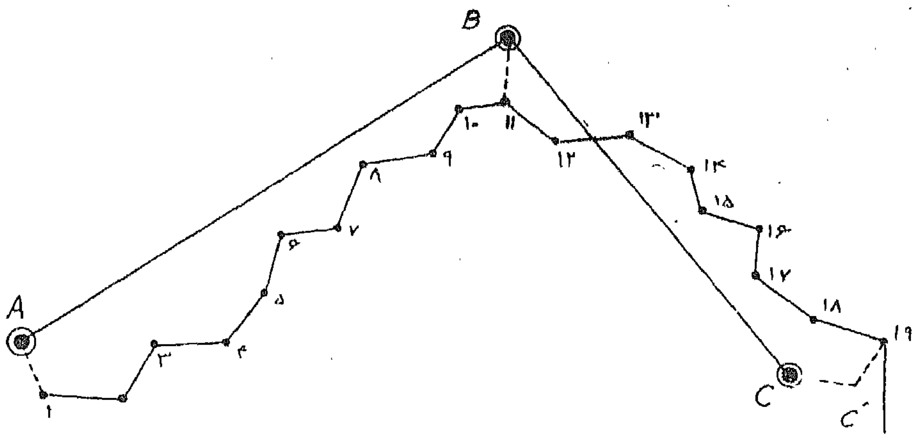
حال این اختلاف f را بقسمتهای مساوی‌تقسیم کرده روی تمام ژیزمانها یا آنکه روی تمام‌زوایا توزیع میکنیم (§ ۲۰)

۳۴) پیمایش مجزائیکه طول آن خیلی زیاد میباشد = در برداشت های بررسی که برای تنظیم وبررسی پروژه‌های کارهای عمومی (از قبیل ایجاد راه آهن ، جاده‌ها ، کانال ها و غیره) تهیه میشود ، معمولا کانوا بصورت یك‌پیمایش منفرد خیلی‌طویل است . در اینصورت‌برای محدود ساختن سنجش های زاویه‌ای ، شایسته استدربعضی ایستگاهها که تقریباً ۵ کیلو متر از هم‌فاصله دارند ، بکمك مشاهدات نجومی (قراولروی به خورشید یا ستاره قطبی)، آزیموتی را تعین کنیم .این ایستگاه ها همان **مرکز های توجیه** میباشند .

حال بعد از محاسبه تقارب نصف‌النهارات ، آزیموت های نجومی را به ژیزمانها تبدیل ساخته‌از مقایسه این ژیزمانها باقرائت های آزیموتی (کدراثر قراولرویها بدست آمده‌اند) متناظره ، تصحیحات ایستگاه را برای مرکز های توجیه مزبور حساب میکنیم . بعد برای قطعه پیمایشی که‌بین دو مرکز‌توجیه متوالی قرار دارد ، خطای بست زاویه‌ایرا آشکار ساخته و سپس آنرا جبران مینمائیم .

بطور ساده تر که ضمنا میتوان سنجش های زاویه‌ایرا نیز کنترل نمود ، اینست که در جوار پیمایش ۱ و ۲ و ۳ و . . . . که میبایدمورد تحقیق قراربگیرد ، پیمایش دومی موسوم به**پیمایش زوایا** تشکیل بدهیم ش ۲۹ . رئوس این پیمایش که بتوسط بالیزهای A و B و C و . . . . مشخص گشته‌اند تقریبا در حدود ۲ تا ۳ کیلومتر ازهم فاصله دارند . دراین پیمایش فقط زوایارا اندازه‌میگیریم

بهر یك از رئوس A و B وC و . . . که ضمنا مرکزهای توجیه نیز درنظر گرفته‌میشوند ، یك ایستگاه مجاور مثلا ۱ ، ۱۱ ، ۱۹ ، . . . از پیمایشی را که میباید تحقیق کنیم ، ربط میدهیم ؛ برای



ش ۲۹

این منظور سنجش های زاویه‌ای مفید را در نقاط A و ۱ ، و نقاط B و ۱۱ ، و در صورتیکه یك ایستگاه واسطه مثل C̄ نیز لازم باشد ، در نقاط C و C̄ و ۱۹ ، اجرا مینمائیم

بدین ترتیب ممکنست محاسبات انتقال توجیه (٪ ۱۵) را روی پیمایش زوایای A و B و C و . . . اجرا نمود و تصحیحات ایستگاه را فقط در مرکزهای توجیه A و B و C و . . . بدست آورد ؛ در اینصورت بهمان اندازه که تعداد زوایای اندازه گرفته شده کم شده است ، بهمان اندازه ، درجه تقریب تصحیحات ایستگاه زیادتر خواهد بود .

حال از ایستگاه A عزیمت کرده طریقه انتقال توجیه را روی پیمایش A و ۱ و ۲ و . . . و ۱۰ و ۱۱ و B بکار میبریم و در ایستگاه B اختلاف بست زاویه‌ای این پیمایش را با پیمایش زوایا معلوم مینمائیم و بعد آنرا بهمانطور که گفته شد توزیع میکنیم . بعد بین B و C هم مانند بین A و B عمل خواهیم نمود و همینطور . . .

باید ملاحظه نمود که اگر وسعت برداشت فوق‌العاده زیاد باشد ، ممکن است خود پیمایش‌زوایا بتوسط قطعات ۱۵ یا ۲۰ کیلومتری بوسیله مشاهدات نجومی مورد کنترل و جبران قرار بگیرد .

۳۵) تعمیم = در عملیات مهم که اصولا باید روی یك مثلث بندی متکی باشد ، میتوان مرکز های توجیه را بانواع متفاوت درنظر گرفت : آنهائیکه ازخود مثلث بندی حاصل میشوند ؛ آنهائیکه برای تعیینات نجومی آزیموت‌ها اختیارمیگردند ؛ بالاخره آنهائیکه انتهای برداریرا تشکیل بدهند که‌ژیزمان صحیح‌اش از مشاهدات پیشی غیر مشخصی نتیجه شده باشد . باتوجه به آنچه در ٪ ۱۹ و ۲۰ گفته شد ، میتوان‌تمام این مرکزهای توجیه را باهم بکار برد .

۳۶) مفید بودن محاسبه خطاهای بست زاویه‌ای تمام کثیرالاضلاع‌های مسدود یك شبکه = تا کنون ما تعیین خطای بسترا فقط بین مرکزهای توجیه در نظر میگرفتیم؛

اما در شبکه هائیکه بیش از ۲ یا ۳ کثیرالاضلاع مسدود دارد ، بی فایده نیست که پیش از اقدام باین تعیین ، درهر کثیرالاضلاع شبکه ، خطای بست وتخلف مجاز متناظره را حساب کنیم ؛ آنوقت شانس یافتن غلطهای احتمالی زیادتر خواهد بود . وقتی بخواهیم ازطریقه جدید **تصحیحات cV ایستگاه** استفاده کنیم ، محاسبه سریع میباشد . محیط های کثیرالاضلاع ها از قطعه پیمایش هائیکه بین دو کثیرالاضلاع مشترکند ، تشکیل یافته‌اند پس نوك های این قطعات تشکیل **نقاط گره** را میدهند . درجدول III صفحه ۶۰ مربوط بانتقال توجیه ستون ه ، تصحیحات موقتی $c\bar{V}$ ایستگاه برای تمام این نقاط گره نوشته شده است

حال فرض میکنیم dV اختلاف بین تصحیحات $c\bar{V}$ در دو ایستگاه نهائی یك **قطعه** باشد ، هرگاه مشاهدات (قراولروبها) بدون خطا انجام گرفته باشند وتمام محیط یك کثیرالاضلاع در یك جهت معین طی شده باشد ، خواهیم داشت :

$$\Sigma dV = 0$$

زیرا اگر قطعات متوالی محیط کثیرالاضلاع مزبور رابه I و II و . . . n نمایش دهیم و نقاط گره به ۱ و ۲ و . . . n و تصحیحات ایستگاه در نقاط گره به cV_1 و cV_2 و . . . نشان داده شوند ، در صورتیکه خطاهای زاویه‌ای وجود نداشته باشند ، باید پس از طی تمام محیط کثیرالاضلاع برای ایستگاه اولیه تصحیح آغاز cV_1 بدست آید . پس میتوان چنین نوشت :

$$dV_I = cV_2 - cV_1$$
$$dV_{II} = cV_3 - cV_2$$
$$\text{— — — — —}$$
$$dV_n = cV_1 - cV_n$$

یا چون عضو بعضو با هم جمع کنیم نتیجه میشود :

$$\Sigma dV = 0$$

اما بعلت وجود خطاهای زاویه‌ای ، مجموع dV ها کاملا صفر نمیباشد بلکه مجموع جبری این خطا ها را نمایش میدهد که همان خطای بست f کثیرالاضلاع میباشد و آن مساویست با اختلاف بین cV_1 ایستگاه اول و تصحیح $c\bar{V}_1$ همین ایستگاه وقتیکه دوباره بآن برمیگردیم . دراینحالت اگر تصحیحات ایستگاه را که **حساب شده‌اند** به $c\bar{V}_2$ و $c\bar{V}_3$ و . . . نمایش دهیم و ε_1 و ε_2 و ε_3 و . . . بترتیب مجموع های خطا های زاویه‌ای قطعات اول و دوم و سوم و . . . پیمایش باشند ، خواهیم داشت

$$dV_I = c\bar{V}_2 - cV_1 = cV_2 - cV_1 + \varepsilon_1$$
$$dV_{II} = c\bar{V}_3 - c\bar{V}_2 = cV_3 - cV_2 + \varepsilon_2$$
$$\text{— — — — — — —}$$
$$dV_n = c\bar{V}_1 - c\bar{V}_n = cV_1 - cV_n + \varepsilon_n$$

چون با هم جمع کنیم نتیجه میشود :

$$\Sigma dV = cV'_1 - cV_1 = \Sigma \varepsilon = f$$

بندرت اتفاق میافتد که تمام قطعات محیط ، نسبت به کثیرالاضلاع همجهت باشد . برای آنکه به dV های متوالی علامات مناسب داده شود ، به کثیرالاضلاع یك جهت قرار دادی نسبت میدهیم و بعد اگر قطعه پیمایش مزبور در این جهت برداشت شده باشد به dV مربوطه علامتی را نسبت میدهیم که با آن در جدول محاسبه (نمونه III ستون ۵) نوشته شده است و علامت معکوس در حالت مخالف .

بهتر آنست که برای تمام کثیرالاضلاع ها یك جهت معین (مثلا جهت عقربه‌های ساعت) اختیار نمود تا بدین ترتیب تشخیص قطعات پیمایشی که در سنجش های زاویه‌ای آنها غلطی دست داده است ، آسان شود . اگر این قرار داد اخیر را رعایت کنیم در اثر یك غلط ، خطاهای بست دو کثیرالاضلاع مجاور در دو جهت مخالف تغیر مینماید ؛ از آنجا نتیجه میشود که : **دو خطای بست غیر عادی و مختلف العلامه ، در قسمت مشترك محیطهای دو کثیرالاضلاع مجاور ، غلطی آشکار میسازد .**

(به دو مثال زیر که در جدول شماره IV ذکر شده‌اند رجوع کنید ؛ این مثالها راجع بمحاسبه خطاهای بست زاویه‌ای میباشند)

جدول شماره IV

خطاهای بست زاویه‌ای کثیرالاضلاع ها (مربوط به شکل ۳۶)

اجزاء لازم برای محاسبه تخلف مجازها	خطای متوسط کوادراتیك یك زاویه: سانطی گراد ۱ر۲ = e_2
	خطای ماکزیمم متناظرهٔ یك زاویه: سانطی گراد ۳ر۰ = e_2 ۲ر۵ = E

کثیر الاضلاع	قطعات پیمایش (مشترک)	جهت برداشت	تعداد اضلاع n	اختلاف تصحیحات cV ایستگاه های نهائی در هر قطعه پیمایش (۱) dV +	-
				سانتیگراد	سانتیگراد
D	DE	↑	۳	۲۰٫۰	
	DG	↓	۳		۱۱٫۵
	CD	↑	۳	۱۳٫۵	
	BD	↑	۲		۱۹٫۵
	مجموع		۱۱	۳۳٫۵	۳۱٫۰

خطای بست : $f = \Sigma dV = + ۲٫۵$

تخلف مجاز : $t = E\sqrt{n} = ۳\sqrt{۱۱} = ۱۰$ سانتیگراد

کثیر الاضلاع	قطعات پیمایش (مشترک)	جهت برداشت	تعداد اضلاع n	اختلاف تصحیحات cV ایستگاه های نهائی در هر قطعه پیمایش (۱) dV +	-
E	DE	↓	۳		۲۰٫۰
	BE	↓	۲	۱۱٫۰	
	EF	↓	۵	۵٫۰	
	EG	↓	۲		۵٫۵
	مجموع		۱۲	۱۶٫۰	۲۵٫۵

$f = \Sigma dV = - ۹٫۵$

تخلف مجاز : $t = E\sqrt{n} = ۳\sqrt{۱۲} = ۱۰$ تا ۱۱ سانتیگراد

خلاصه درس چهارم

۱ ـ در نقشه برداریهای دقیق رئوس کثیرالاضلاع کانوا رابتوسط مختصات‌عمودی شان روی کاغذ نقل کنید و محور های مختصات‌را بترتیبی که در درس پنجم‌صفحه ۷۹ گفته خواهدشد اختیار نمائید .

۲ ـ برای محاسبهٔ مختصات متعامد رئوس یك پیمایش ، دو مقدار زیر لازم میباشد :

الف ـ ژیزمان یا زاویهٔ توجیه (البته جبران شده) هریك از اضلاع پیمایش .

ب ـ طول اضلاع آن پیمایش .

۳ ـ در شکل ۱۵ صفحهٔ ۳۰ هرگاه AN از نقطهٔ A بموازات نصف‌النهار نقطهٔ انتخابی دیگر بنام نصف النهار اولیه رسم شود ، بر حسب تعریف زاویهٔ AB باAN را در جهت عقربه های ساعت (V) ، ژیزمان امتداد AB و زاویه AB با AN را در خلاف این جهت (θ) ، زاویه توجیه امتداد AB میگویند .

٤ ـ هرگاه‌نصف‌النهار اولیه : نصف‌النهار حقیقی باشد ، ژیزمان و زاویهٔ توجیه را حقیقی میگویند و اگر مغناطیسی باشد ، در اینصورت ژیزمان و زاویهٔ توجیه را مغناطیسی میگویند .

۵ ـ هرگاه AN امتداد نصف‌النهار (حقیقی یامغناطیسی) خود نقطه A باشد در اینصورت ژیزمان یا زاویهٔ توجیه را بطورکلی آزیموت امتداد AB میگویند .

I ـ محاسبه ژیزمان و زوایای توجیه جبران نشده اضلاع یك پیمایش

A ـ برای یك پیمایش زاویه سنجی

٦ ـ بکمك زوایای نقشه‌برداری (طریقه سابق) ـ راس شماره n از یك پیمایش را درنظر میگیریم . فرض میکنیم V_{v_n} ژیزمان جلو در این راس و ω زاویه نقشه برداری در همین رأس باشد . دستور حساب ژیزمان جلو در این رأس چنین میباشد :

(۳)	$V_{v_n} = (V_{v_{n-1}} + ۲۰۰) - \omega$	هرگاه‌جهت تقسیمات لمب + باشد
(٤)	$V_{v_n} = (V_{v_{n-1}} + ۲۰۰) + \omega$	هرگاه جهت تقسیمات لمب − باشد

۷ ـ ژیزمان n امین ضلع یك پیمایش که بازاویه سنجی به‌تقسیمات +(یا—) برداشت شده باشد، مساویست با ژیزمان معلوم قراولروی عقب اولین ایستگاه آن پیمایش، منهای (یا بعلاوه) مجموع زوایای نقشه برداری n رأس اول، بعلاوه‌مقدار اضافی ۲۰۰ (n - ۱).

جهت تقسیمات لمب + $\quad {}^{V}V_n = {}^{V}R_o - \Sigma\omega + (n-1)200 \quad$ (۵)

هرگاه جهت تقسیمات لمب — باشد $\quad {}^{V}V_n = {}^{V}R_o + \Sigma\omega + (n-1)200 \quad$ (۶)

در دستور ۵ اگرعمل تفریق ممکن نباشد، آنقدر ۴۰۰ گراد به ژیزمان‌معلوم (ژیزمان عقب) اولیه اضافه کنید، تا تفریق ممکن شود.

در هر دو دستور ۵ و ۶ اگر نتیجهٔ حاصله از ۴۰۰گراد تجاوز نماید، آنقدر دایرهٔ کامل از آن کم کنید تا از ۴۰۰ گرادکوچکتر شود (رجوع به مثال و جدول II صفحهٔ ۵۸).

۸) محاسبهٔ زوایای توجیه‌اضلاع یك‌پیمایش بکمك زاویه نقشه‌برداری:

زاویه توجیه جلو در راس شماره n یك پیمایش از دستور زیر بدست میآید:

هرگاه جهت تقسیمات لمب+ باشد $\quad {}^{\theta}V_n = ({}^{\theta}V_{n-1} + 200) + \omega \quad$ (۹)

هرگاه جهت تقسیمات لمب — باشد $\quad {}^{\theta}V_n = ({}^{\theta}V_{n-1} + 200) - \omega \quad$ (۱۰)

همینطور زاویهٔ توجیه n امین ضلع یك پیمایش از روی زاویه توجیه معلوم قراولروی ایستگاه اول، از دستورات زیر حساب میشود:

هرگاه جهت تقسیمات لمب+ باشد $\quad {}^{\theta}V_n = {}^{\theta}R_o + \Sigma\omega + (n-1)200 \quad$ (۱۱)

هرگاه جهت تقسیمات لمب — باشد $\quad {}^{\theta}V_n = {}^{\theta}R_o - \Sigma\omega + (n-1)200 \quad$ (۱۲)

هرگاه در دستور (۱۲) عمل تفریق ممکن‌نباشد، آنقدر دایرهٔ‌کامل به‌زاویه توجیه معلوم اولیه اضافه کنید تا تفریق ممکن شود، باز در هر دو حالت اگر نتیجهٔ حاصله از ۴ قائمه تجاوز کند، آنقدر دایره کامل از آن‌کم کنید تا حاصل از ۴ قائمه کوچکتر شود.

۹ - محاسبهٔ ژیزمانهای اضلاع یک پیمایش با طریقهٔ انتقال توجیه :
(طریقهٔ جدید) .

در هر ایستگاه ، تصحیح ایستگاه (CV یا $C\theta$) عبارتست از زاویهٔ افقی بین امتداد مجازی خط قراولردی دوربین بازاءقرائت صفرلمب و امتداد نصف‌النهارحقیقی همان ایستگاه .

حال ایستگاه یا رأس شماره n از یك پیمایش‌را درنظر میگیریم .فرض میکنیم l_{R_n} قرائت عقب و l_{V_n} قرائت جلو و V_{V_n} ژیزمان جلو دراین راس و $V_{V_{n-1}}$ ژیزمان جلو در راس پیش باشند .

مقدار جبری تصحیح این ایستگاه cV_n و همچنین ژیزمان جلو در این راس از دستورات زیر حساب میشوند .

تصحیح ایستگاه(یاتصحیح ژیزمان)درراس n ام	$cV_n = (V_{V_{n-1}} + 200) - l_{R_n}$
ژیزمان جلو در راس n ام	$V_{V_n} = l_{V_n} + cV_n$

(۱۳)

برحسب زاویه توجیه چنین میباشد :

تصحیح ایستگاه(یاتصحیح زاویه توجیه(درراس n ام	$c\theta_n = (\theta_{V_{n-1}} - 200) - l_{R_n}$
زاویه توجیه جلو در راس n ام	$\theta_{V_n} = l_{V_n} + c\theta_n$

(۱٤)

B ـــ برای پیمایش منحرفه

۱۳ ـ این پیمایش ها معمولا با قطب نماها یا با اسبابهای منحرف شده از قبیل تاکئومتر ها برداشت میگردند . روی زمین مستقیماً آزیموت‌های مغناطیسی (در جهت + یا در جهت −) اضلاع آنرا اندازه میگیرند . هر ضلع آن دارای یك ژیزمان مغناطیسی و یك زاویهٔ توجیه مغناطیسی است . نصف‌النهار مغناطیسی اولین راس آن معمولا بعنوان نصف النهار اولیه اختیار میگردد .

باید در هر ایستگاه تصحیح ثابتی مثل CV یا $C\theta$ بنام تصحیح ایستگاه به آزیموتی که مستقیماً در ایستگاه مزبور اندازه گرفته میشود اضافه کنید تا بهژیزمان یا زاویه توجیه (مغناطیسی) تبدیل گردد .

در اینجا تصحیح CV یا $C\theta$ بنام تصحیح ایستگاه ، به آزیموتی که مستقیماً در

ایستگاه مزبور اندازه گرفته میشود اضافه کنید تا به ژیزمان یازاویهٔ توجیه (مغناطیسی) تبدیل گردد .

در اینجا تصحیح CV یا CΘ در هر ایستگاه عبارتست اززاویهٔ افقی بین امتداد عقربه مغناطیسی در آن ایستگاه و خطی که از ایستگاه مزبور بموازات نصف‌النهار اولیه (نصف‌النهار ایستگاه اول) رسم شود .

۱۳ ـ وقتی آزیموت جلو به اندازهٔ تصحیح ایستگاه ، تصحیح شد ، آنرا ژیزمان جلو میگویند و دیگر لازم نیست بگوئیم ژیزمان جلوی تصحیح شده (زیرا ژیزمان یعنی آزیموتی که تصحیح شده باشد).

۱۴ ـ **محاسبه با زوایای توجیه** ـ هرگاه در رأس غیر مشخصی مثلا رأس شماره n از یك پیمایش ، نخست اسباب را توجیه کنیم و سپس به رأس پیش و راس بعد قراولروی نمائیم ، آنچه مستقیماً روی لمب میخوانیم ، آزیموت عقب ${}^{V'}R_n$ و آزیموت جلوی ${}^{V'}v_n$ دراین رأس میباشند . آنوقت دستورات محاسبه تصحیح ایستگاه و ژیزمان جلو (آزیموت جلوی تصحیح شده) چنین میباشند :

$$cV_n = ({}^{V}v_{n-1} \pm 200) - {}^{V'}R_n \qquad (۱۵)$$
$${}^{V}v_n = {}^{V'}v_n + cV_n$$

۱۵ ـ با زوایای توجیه چنین میباشد :

$$c\Theta_n = ({}^{\theta}v_{n-1} \pm 200) - {}^{\Theta'}R_n \qquad (۱۶)$$
$${}^{\theta}v_n = {}^{\Theta'}v_n + c\Theta_n$$

۱٦ ـ بالاخره ژیزمانها و زوایای توجیهی که برای محاسبهٔ مختصات رئوس پیمایش بکار میبریم ، ژیزمانهای جلو و زوایای توجیه جلو میباشند .

۱۷ ـ معمولا نتایج اندازه‌گیریها را در جداولی نظیر جداول مثالهای او ۲ و ۳ یادداشت نموده و محاسبات لازمه را در همان جداول مینویسند .

II ـ محاسبهٔ ژیزمانها و زوایای توجیه جبران شدهٔ اضلاع یك پیمایش (پیمایش زاویه‌سنجی)

۱۸) **جبران خطای بست زاویه‌ای در یك پیمایش باز ـ پیمایش باز**

PABCQ محصور بین دو نقطهٔ مثلثاتی معلوم P و Q را در نظر میگیریم . ش ۱٦ . فرض میکنیم V_D نمایش ژیزمان عزیمت (دراینجا V_{PM} که بنابر فرض قبلا ازنتایج مثلث بندی بدست آمده و فعلا معلوم میباشد) و V_A نمایش ژیزمان وصول (در اینجا V_{QM} ژیزمان حقیقی ضلع نهائی QM که بنابه‌فرض قبلا از نتایج مثلث بندی تعیین شده و فعلا معلوم میباشد) باشند .

دستور حساب خطای بست زاویه‌ای چنین میباشد :

$$f_v = V'_A - V_A$$

V'_A ژیزمان نهائی است (در اینجا V'_{QM}) که بکمك حساب از روی ژیزمان عزیمت V_D بدست آمده است .

(V'_A را ژیزمان انتقال داده شدهٔ بضلع نهائی پیمایش یا ژیزمان منتقلهٔ بضلع نهائی میگویند) پس : **خطای بست زاویه‌ای پیمایشی که بین دو نقطه مثلثاتی درج شده است (پیمایش باز) مساویست با اختلاف ژیزمان های منتقله و حقیقی فراولروی نهائی (در شکل ۱٦ یعنی QM)**

۱۹ ـ میتوان ژیزمان وصول یا منتقله را از دستور زیر حساب نمود :

$$V'_A = V_D - \Sigma\omega'$$

$\Sigma\omega'$ مجموع زوایای نقشه برداریست که روی زمین اندازه گرفته‌ایم .

۲۰ ـ ممکنست طریقه انتقال توجیه را بکار برده و خطای بست زاویه‌ای را از دستور زیر حساب نمود :

$$f_v = cV'_Q - cV_Q$$

cV'_Q تصحیحی است که بکمك حساب از روی تصحیح ایستگاه عزیمت (cV_P) برای ایستگاه نهائی Q بدست آمده است ؛ آنرا تصحیح منتقله به ایستگاه نهائی پیمایش میگویند . cV_Q تصحیح حقیقی این ایستگاه است . **خطای بست زاویه‌ای یك پیمایش محصور بین دو نقطه مثلثاتی مساویست با اختلاف مقادیر منتقله و حقیقی تصحیح ایستگاه نهائی .**

جبران

۲۱ ـ وقتی خطای بست f_v تعیین شد باید با مقدار زیر که بحداعلی خطای قابل

قبول یا تخلف مجاز موسومست مقایسه شود :

$$t = ۲٫۵\,\delta\sqrt{n}$$

اگر $t_v < f$ باشد ، خطا قابل قبولست و آنوقت آنرا بـه تعداد اضلاع تقسیم کنید . بعد یکی از این تقسیمات را با علامت مخالف به ژیزمان ضلع اول ، و دو تای آنرا با علامت مخالف به ژیزمان ضلع دوم و سه تای آنرا با علامت مخالف به ژیزمان ضلع سوم و همینطور . . . . . اضافه نمائید تا خطا بکلی توزیع شود .

۲۲ ـ ژیزمانهائی که بدین ترتیب تصحیح میشود به ژیزمـان های جبران شده موسومست .

۲۳ ـ معمولا وقتیکه ژیزمانها را از روی زوایای نقشه برداری حساب میکنید بهتر آنستکه خطای بست زاویه‌ای را همانطور که در صفحه ۲۱ § ٦ گفته شد روی خود n زاویه نقشه برداری توزیع کنید ؛ بدین ترتیب هر زاویه نقشه برداری باندازهٔ $\frac{f_v}{n}$ تصحیح میشود (جدول شماره II)

۲٤ ـ هر گاه ژیزمانهای پیمایش با طریقهٔ جدید (انتقال توجیه) حساب شده باشند ، مستقیماً به تصحیحات موقتی cV ایستگاه ها ، جبرانهای $-\frac{f_v}{n}$ و $-۲\frac{f_v}{n}$ و . . . . $-f_v$ را اضافه کنید (جدول شماره III) .

۲۵ ـ در پیمایش هائیکه از چند نقطه صادر شده ودریك نقطه گره بهم میرسند بموجب طریقه سابق ، روی هر پیمایش از ژیزمان معلوم امتداد یك ضلع مثلث (بنام امتداد اولیه) حرکت کرده بطرف نقطه گرهٔ مشترك N (شکل ۲۷) میرویم . بدین ترتیب برای قراولروی انتخابی NR به تعداد پیمایش ها مقـادیر ژیزمان V_A و V_B و V_C و . . . (بنام ژیزمانهای جبران نشده) بدست میآید که بعد مقدار متوسط V آنها را اختیار میکنیم . حال برای هر پیمایش خطای بست زاویه‌ای f را نسبت باین مقدار متوسط V حساب مینمائیم و بعد در صورت قابل قبول آنها را طبق § ۲۰ یا نمرهٔ ۲٤ خلاصه توزیع مینمائیم .

هر گاه با طریقه جدید (انتقال توجیه) عمل کنیم ، به تعداد پیمایش ها برای

نقطهٔ کرهٔ N تصحیح ایستگاه بدست میآوریم و بعد مقدار متوسط cV_N آنها را برای نقطهٔ گره حساب مینمائیم . خطای بست زاویه‌ای برای هر پیمایش عبارت خواهد بود از اختلاف بین تصحیح ایستگاه متناظره در نقطه N و مقدار متوسط مزبور .

۲۶) شبکه مستقلی از پیمایش های مسدود ـ حالت اول ـ ازیموت های ۲ـ۱ و ۹ـ۶ را در مرکز های توجیه ۱ و ۶ تعیین کنید . ش ۲۸ .

این آزیموت ها را به ژیزمان تبدیل سازید . بعد یك نقطه گره مرکزی مثلا ۸ اختیار نمائید . طریقهٔ انتقال توجیه‌را درطول مسیرهائیکه مرکزهای توجیه مزبور را به این نقطه‌گره وصل میکنند ، بکار برید ؛ آنوقت به‌تعداد این خط سیر ها برای نقطه ۸ ، تصحیح ایستگاه بدست میآید که باید مقدار متوسط آنها را اختیار کنید . حال خود نقطهٔ گرهٔ ۸ را بعنوان مرکز توجیه جدیدی در نظر گرفته بکمك آن و دست‌کم دوتا از مرکز های توجیه دیگر ، تصحیح یك نقطه‌گرهٔ جدید دیگر را پیدا نمائید واین عمل را آنقدر ادامه دهید تابرای تمام نقاط گرهٔ انتخابی تصحیح ایستگاه بدست آید .

بعد بموجب § ۲۰ برای هر قطعه پیمایش محصور بین دونقطه گرهٔ متوالی‌عمل جبران را انجام دهید .

حالت دوم ـ در اینحالت فقط آزیموت یك‌ضلع معلومست . ژیزمان‌آنرامعلوم کنید و تصحیح ایستگاه (مبداء همان ضلع) را حساب نمائید . بعد نقطه گره‌ای در شبکه حتی‌المقدور دورازایستگاه عزیمت انتخاب‌نموده تصحیح متوسط‌آنراتعیین‌کنید بعد مسیرهائی صادر از ایستگاه عزیمت و منتهی باین نقطه گره در نظر گرفته مانند حالت اول و § ۲۲ عمل نمائید .

حالت سوم ـ در اینحالت قرائت آزیموتی یك ضلع را بعنوان ژیزمان عزیمت اختیار میکنیم تصحیح ایستگاه اول در حقیقت صفر در نظر گرفته میشود . کارمانند حالت۲ خاتمه میابد .

۲۷) پیمایش مسدود ـ میتوان یك پیمایش بسته را مرکب از دو پیمایش

باز که بدو نقطه معین منتهی میشوند در نظر گرفت .

اماساده‌تر آنستکه محیط تمام کثیرالاضلاع را بعنوان یك پیمایش در نظر بگیریم خطای بست زاویه‌ای مساویست با اختلاف بین ژیزمان ضلع عزیمت و ژیزمان همین ضلع پس‌از طی پیمایش ، (طریقه سابق) یا آنکه مساویست با اختلاف بین تصحیح ایستگاه عزیمت و تصحیح همین ایستگاه پس‌از طی پیمایش (طریقه جدید) .

۲۸) در پیمایش مجزائیکه طول آن خیلی زیاد باشد ، باید یك پیمایش زوایا در جوار پیمایش اصلی درنظر گرفت و رئوس آنرا بمنزله مرکز های توجیه اختیار نمود و رئوس پیمایش اصلی را که باین مرکزها نزدیك میباشند ، به‌آنها ربط دارد .

D۰۱۶

درس پنجم

موضوع : ساختمان و تحقیق و جبران یك پیمایش از راه محاسبه

I ـ محاسبه مختصات متعامد رئوس یك پیمایش

۱ ـ طرز انتخاب محورهای مختصات

۲ ـ مختصات نسبی و مختصات مطلق رئوس یك پیمایش

II ـ محاسبه خطای بست و مختصات جبران شده

۱ ـ پیمایشی که بین دو نقطه معلوم (مثلثاتی) درج شده باشد

الف ـ محاسبه خطای کلی بست (پیمایش کشیده)

ب ـ تصحیح خطای کلی بست باندازه خطای دستگاهی سنجش های طولی

ج ـ تخلف مجاز برای قسمت اتفاقی خطای بست ـ بعضی اغماض و ساختمان آن

د ـ محاسبه تخلف مجاز طولی

ه ـ محاسبه تخلف مجاز عرضی (پیمایش زاویه سنجی ـ پیمایش منحرفه) ـ استفاده از **آباك**

و ـ پیمایشی که رئوس آن از خط واصل بین دو انتهایش دور میباشد

ز ـ جبران خطاهای بست ـ فورمولهای جبران ـ جداول عملی

۲ ـ پیمایش مسدود ـ جبران خطاهای بست

۳ ـ پیمایش‌هائیکه از چند نقطه مثلثاتی صادر شده ودر یك نقطه گره بهم میرسند

٤ ـ شبکه مستقل از پیمایش های مسدود ـ تعمیم

۵ ـ سنجش های مرتب برای اجراء محاسبات یك کثیرالاضلاع بندی

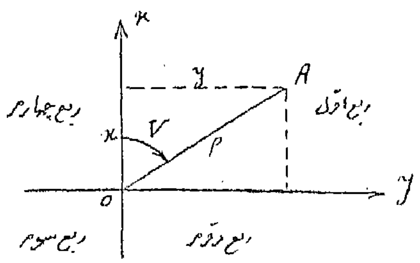
خلاصه درس

I ـ محاسبه مختصات متعامد رئوس یك پیمایش

۴۵) **طرز انتخاب آسه های مختصات** ـــ گفتیم برای محاسبه مختصات متعامد رئوس یك پیمایش ، بدو مقدار زیر احتیاج داریم ،

یکی طول هر یك از اضلاع ρ و دیگر ژیزمان V یا زاویه توجیه θ (۱) هر یك از اضلاع پیمایش . همچنین برای تعریف ژیزمان یازاویه توجیه اضلاع پیمایش ، یك نصف‌النهار اولیه انتخاب نمودیم و گفتیم که این نصف‌النهار اولیه معمولا ، نصف‌النهار (حقیقی یا مغناطیسی) یك نقطه خارجی یا آنکه نصف‌النهار (حقیقی یا مغناطیسی) مبداء خود پیمایش خواهد بود .

حال اگر بخواهیم مختصات عمودی رئوس پیمایشی را بکمك ژیزمانهای اضلاعش حساب کنیم معمولا **طبق قرارداد** آسه x ها را بموازات نصف‌النهار اولیه یا منطبق بر آن اختیار نموده و آسه y ها را در امتدادی عمود بر آسه x ها اختیار میکنیم ش ۳۰ . حال فرض میکنیم نصف‌النهار مبداء O پیمایش بمنزله نصف‌النهار اولیه انتخاب شده باشد و همین مبداء بمنزله مبداء مختصات ، و امتداد نصف النهار اولیه نیز بعنوان امتدادآسه xها اختیار شده باشد ، جهت مثبت آسه x ها جهت جنوب بشمال و جهت مثبت آسه y ها جهت باختر بخاور (چپ بهراست) اختیار شده و ربع های دستگاه نیز روی شکل ۳۰ نوشته و مشخص میباشند .

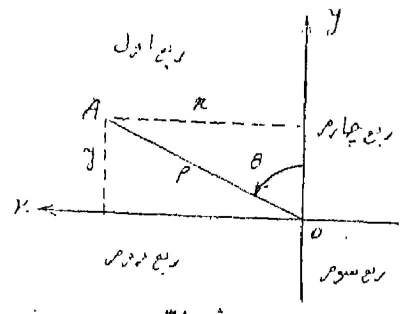


ش ۳۰

هرگاه OA بطول افقی ρ ضلع اول پیمایش باشد ، مختصات راس A (انتهای ضلع) نسبت به مبداء O (ابتدای ضلع) از دستورات زیر بدست میاید :

$$(۱)\quad \begin{cases} x = \rho\cos V \\ y = \rho\sin V \end{cases}$$

هرگاه بخواهیم مختصات رئوس پیمایش را بکمك زوایای توجیه اضلاعش حساب کنیم ، باید طبق قرار داد ، آسه y ها را بموازات نصف‌النهار اولیه یا منطبق برآن اختیار نمائیم . فرض میکنیم O مبداء مشترك مختصات و پیمایش باشد و oy امتداد مشترك نصف‌النهار اولیه و آسه yها باشد ش ۳۱ جهت مثبت آسه y ها جهت جنوب بشمال وجهت مثبت‌آسه x ها جهت خاور به باختر (راست بچپ) اختیار میگردد (طبق‌قرارداد) وربع‌های‌دستگاه‌نیز روی‌شکل‌نوشته‌شده‌اند هرگاه OA بطول ρ اولین ضلع پیمایش باشد ، مختصات راس A نسبت بمبداء O از دستورات زیر بدست‌میایند :



ش ۳۱

$$(۲)\quad \begin{cases} x = \rho\sin\theta \\ y = \rho\cos\theta \end{cases}$$

۱ ـ مقصود از این ژیزمان یا زاویه توجیه ، ژیزمان یا زاویه توجیه جبران شده میباشد که به ژیزمان قطعی موسوم است .

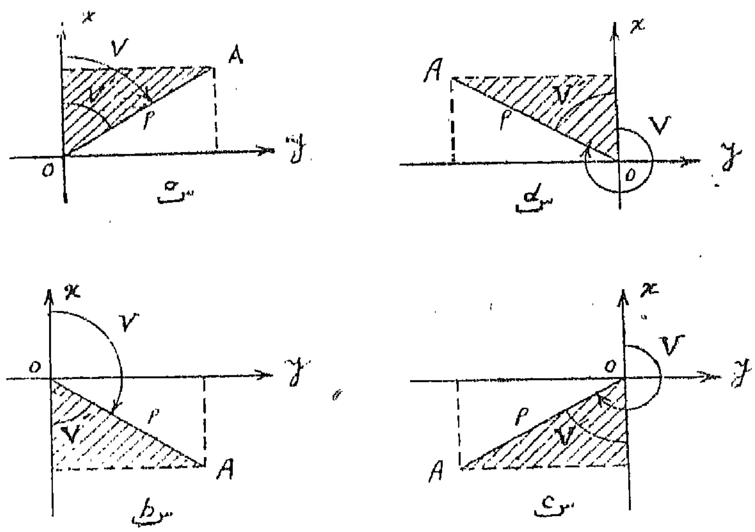
هرگاه پیمایش در یك مثلث بندی درج شده باشد ، انتخاب دستگاه محورهای مختصات برای هر هردو یکی میباشد .

ملاحظه ـ زاویه V یا Θ از ۰ تا ۴۰۰ گراد تغییر میکند پس انتهای A ممکنست برحسب مقدار V یا Θ درربع اول یا دوم یا سوم یا چهارم قرار گیرد . واضحست که برای محاسبه x و y باید cos و sin زاویه V یا Θ را حساب نمائیم . علامت x و y با علامت cos و sin زاویه مربوطه یکی میباشد.

برای آنکه بسهولت بتوانیم بکمك جداول لگاریتم معمولی ، یا مقادیر طبیعی خطوط مثلثاتی ، مختصات x و y را از روابط (۱) یا (۲) مثلا روابط (۱) حساب کنیم ، قبلا لازمست زاویه تحویل بربع اول V یعنی $\bar{V}$ را معلوم نمائیم . زاویه $\bar{V}$ (بین ۰ و ۱۰۰ گراد) زاویه‌ایست که cos و sin اش فقط ازحیث قدرمطلق با cos و sin زاویه V مربوطه مساوی میباشد (نه از حیث علامت) .

پس از آنکه زاویه $\bar{V}$ معلوم شد ، cos و sin آنرا بکمك جداول فوق تعیین میکنیم ؛ اینها فقط ازحیث قدر مطلق با cos و sin زاویه V برابر میباشند ؛ حال برای تعیین علامات cosV و sinV که با علامات مختصات x و y یکی هستند ، بمقدار V ر ربع های مختصات بموجب شکل ۳۲ ، نظر میافکنیم .

زاویه $\bar{V}$ از روابط زیر که از شکلهای ۳۲ نتیجه شده‌اند ، بدست میاید :



ش ۳۲

ربع اول $\bar{V} = V$ ش a

ربع دوم $\bar{V} = ۲۰۰ - V$ ش b

ربع سوم $\bar{V} = V - ۲۰۰$ ش c

ربع چهارم $\bar{V} = ۴۰۰ - V$ ش d

هرگاه بخواهیم **محاسبات** x و y را بکمك زاویه توجیه Θ مثلا از روابط (۲) حساب

کنیم ، زاویه θ' ربع اول آن از روابطی نظیر فوق بدست خواهد آمد وقتیکه در آنها بجای V زاویه θ و بجای V' زاویه θ' را قرار دهیم .

در تابلوهای زیر برحسب مقادیر مختلفه V یا θ علامات مختصات x و y یادداشت شده‌اند ،

جدول V

V	V'	علامات: cos V یا x	علامات: sin V یا y
۰			
	V	+	+
۱۰۰			
	۲۰۰ — V	—	+
۲۰۰			
	V — ۲۰۰	—	—
۳۰۰			
	۴۰۰ — V	+	—
۴۰۰			

جدول VI

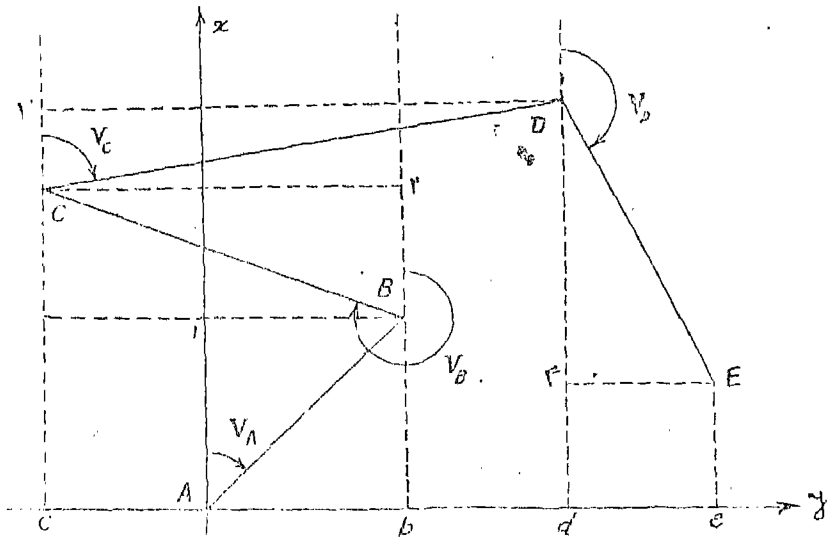
θ	θ'	علامات: sin θ یا x	علامات: cos θ یا y
۰			
	θ	+	+
۱۰۰			
	۲۰۰ — θ	+	—
۲۰۰			
	θ — ۲۰۰	—	—
۳۰۰			
	۴۰۰ — θ	—	+
۴۰۰			

هرگاه از جداول صد قسمتی **سانتگاد** استفاده کنیم هیچگونه تبدیلی برای زاویه V لازم نمیباشد

تبصره == هرگاه پیمایش زاویه سنجی بوده‌باشد ، روی زمین زوایای نقشه برداری در رئوس مختلف آنرا اندازه میگیریم . بعد با تعیین ژیزمان یا زاویه توجیه یك ضلع (مثلاضلع مبداء ، بکمك ستاره قطبی یا خورشید) و زوایای نقشه برداری مزبور ، میتوانیم ژیزمانها یا زوایای توجیه تمام اضلاع آنرا بموجب دستورات (۳) و (۴) صفحه ۳۲ و دستورات (۹) و (۱۰) صفحه ۳۴ و ۳۵ حساب کنیم

۳۶) مختصات نسبی و مختصات مطلق رئوس یك پیمایش == فرض میکنیم نقطه A مبداء مختصات و مبداء پیمایش باشد ش ۳۳ . راس غیر مشخص D از این پیمایش را در نظر میگیریم . این راس دارای دو نوع مختصات است : یکی مختصات آن نسبت به راس پیش از خودش C که **بمختصات نسبی** راس D موسوم است ؛ دیگری مختصات آن نسبت بمبداء مختصات A که **بمختصات مطلق** راس D موسوم میباشد. بطور کلی مختصات نسبی هرراس را به x و y و مختصات مطلق آنرا به X و Y نمایش میدهیم . بموجب شکل ۳۳ بترتیب چنین خواهیم داشت :

مختصات نسبی راس B (یعنی B نسبت به A) از مثلث قائم الزاویه ۱ ـ B ـ A بدست میاید



ش ۳۳

(مطابق با ش a از شکل ۳۲ صفحه ۸۰):

$$\text{مختصات نسبی } B \quad \begin{cases} x_B = AB \cos V_A \\ y_B = AB \sin V_A \end{cases}$$

مختصات مطلق راس B عبارتست از :

$$\text{مختصات مطلق } B \quad \begin{cases} X_B = x_B \\ Y_B = y_B \end{cases}$$

مختصات نسبی راس C (یعنی C نسبت به B)از مثلث قائم‌الزاویه ۲ ـ B_C بدست میاید (مطابق با ش d صفحه ۸۰) :

$$\text{مختصات نسبی راس } C \quad \begin{cases} x_C = BC \cos V_B \\ y_C = BC \sin V_B \end{cases}$$

بموجب شکل ۳۳ می‌بینیم که مختصات مطلق راس C (یعنی C نسبت به مبداء A)مساویست با مجموع جبری مختصات نسبی رئوس پیش :

$$\text{مختصات مطلق } C \quad \begin{cases} X_C = x_B + x_C \\ Y_C = y_B + y_C \end{cases}$$

همینطور مختصات نسبی D (یعنی D نسبت به C) از مثلث قائم‌الزاویه ۳ ـ C ـ D بدست میاید (مطابق با ش a) :

$$D \text{ نسبی } \begin{cases} x_D = CD \cos V_C \\ y_D = CD \sin V_C \end{cases}$$

و باز بموجب شکل ۳۳ می‌بینیم که مختصات مطلق راس D (یعنی D نسبت به مبداء A) مساویست با مجموع جبری مختصات نسبی رئوس پیش :

$$D \text{ مطلق } \begin{cases} X_D = x_B + x_C + x_D \\ Y_D = y_B + y_C + y_D \end{cases}$$

همینطور مختصات نسبی راس E از مثلث قائم‌الزاویه D ـ ٤ ـ E بدست میاید و مختصات مطلق راس E مساویست با مجموع جبری مختصات نسبی رئوس پیش :

$$E \text{ نسبی } \begin{cases} x_E = DE \cos V_D \\ y_E = DE \sin V_D \end{cases}$$

$$E \text{ مطلق } \begin{cases} X_E = x_B + x_C + x_D + x_E \\ Y_E = y_B + y_C + y_D + y_E \end{cases}$$

بطور کلی هرگاه ρ نمایش طول تصویر افقی هریك از اضلاع پیمایش و V نمایش کلی ژیزمان آن باشد ، دستور محاسبه مختصات مطلق و نسبی چنین خواهد بود :

$$\text{مطلق } \begin{cases} X = \Sigma x \\ Y = \Sigma y \end{cases} \qquad \text{نسبی } \begin{cases} x = \rho \cos V \\ y = \rho \sin V \end{cases}$$

هرگاه مبداء پیمایش بر مبداء مختصات منطبق نباشد بلکه مختصات آن نسبت بمبداء مختصات ، x_o و y_o باشد ، دستور کلی محاسبه مختصات مطلق در هر راس چنین خواهد بود :

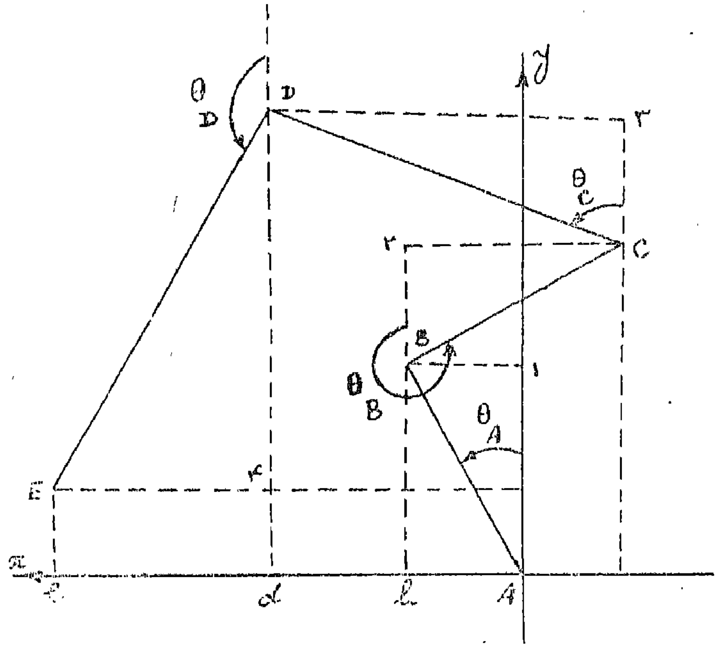
$$(۳) \qquad \boxed{\begin{aligned} X &= y_o + \Sigma x \\ Y &= y_o + \Sigma y \end{aligned}}$$

بطور خلاصه : در تمام حالات برای بدست آوردن مقدار جبری x نسبی هرراس ، تصویر افقی ضلعی را که انتهایش این راس است ، در cos ژیزمان همین ضلع ضرب میکنیم و برای تعین مقدار جبری عرض نسبی y هر راس تصویر افقی ضلع را در sin ژیزمانش ضرب مینمائیم .

این حاصلضرب در نقشه‌برداری سریع با خط کش محاسبه ودر نقشه برداری دقیق بکمك جداول لگاریتم پنج اعشاری حساب میشود . همانطورکه گفته‌شدبا جداول معمولی‌باید قبلازاویه V یا θ تحویل بربع اول را که cos و sin اش فقط از حیث قدر مطلق با cos و sin زاویه V یا θ برابر است

تعیین کرد و برای علامات آنها به اندازه های خود V یا θ توجه نمود (جدولهای V و VI)

تبصره) محاسبه مختصات مطلق و مختصات نسبی رئوس یك پیمایش بتوسط زوایای توجیه θ اضلاع آن — نقطه A بمنزله مبداء پیمایش و نصف النهار Ay بمنزله آسه yها اختیار میشود



ش ۳۴ . زوایای توجیه اضلاع پیمایش روی شکل نوشته شده‌اند . ش ۳۴

مختصات نسبی راس B از مثلث قائم الزاویه ۱ ـ B ـ A بدست میاید :

$$B \text{ نسبی } \begin{cases} x_B = AB \sin \theta_A \\ y_B = AB \cos \theta_A \end{cases}$$

مختصات مطلق راس B همین مقادیر میباشند .

مختصات نسبی راس C از مثلث ۲ ـ B ـ C نتیجه میشود :

$$C \text{ نسبی } \begin{cases} x_C = BC \sin \theta_B \\ y_C = BC \cos \theta_B \end{cases}$$

مختصات مطلق راس C عبارتست از :

$$C \text{ مطلق } \begin{cases} X_C = x_B + x_C \\ Y_C = y_B + y_C \end{cases}$$

همینطور مختصات نسبی راس D از مثلث C ـ ۳ ـ D و راس E از مثلث D ـ ۴ ـ E بدست میاید و مختصات مطلق هر یك ، مجموع جبری مختصات رئوس پیش خواهد بود .

بطور کلی دستور محاسبه مختصات نسبی و مطلق در هر راس چنین میباشد :

$$\text{مطلق}\begin{cases} X = X_0 + \Sigma x \\ Y = Y_0 + \Sigma y \end{cases} \qquad \text{نسبی}\begin{cases} x = \rho \sin \Theta \\ y = \rho \cos \Theta \end{cases}$$

باز برای تعین $\sin \Theta$ و $\cos \Theta$ ابتدا باید sin و cos زاویه Θ ربع اول آنرا تعین نمود .

نمونه اصلی جدول برای محاسبه مختصات متعامد رئوس یك پیمایش بکمك طول اضلاع و ژیزمان های جبران شده

رئوس	ژیزمانهای جبران شده یا قطعی V	طولهای اضلاع ρ	محاسبه طولهای نسبی $x = \rho \cos V$ +	−	مطلق X	محاسبه عرض های نسبی $y = \rho \sin V$ +	−	مطلق Y
۱	۲	۳	۴		۵	۶		۷
	گ	m	m	m	m	m	m	
۱					٠			٠
	٤١٫٩٥٠	١٦٣٫٨٢	١٢٩٫٥٢			١٠٠٫٣٠		
۲					١٢٩٫٥٢			١٠٠٫٣٠
	١٤٫٦٧٢	١٤٨٫٩٠	١٤٤٫٩٦			٣٤٫٠١		
۳					٢٧٤٫٤٨			١٣٤٫٣١
	٣٧٤٫١٧٩	١٠٨٫٣٦	٩٩٫٥٧				٤٢٫٧٥	
٤					٣٧٤٫٠٥			٩١٫٥٦
	مجموع		٣٧٤٫٠٥			١٣٤٫٣١	٤٢٫٧٥	
	مجموع جبری		٣٧٤٫٠٥			٩١٫٥٦		

ممکن است ژیزمانهای V از روی زاویه نقشه برداری (طریقه سابق) یا آنکه بموجب طریقه انتقال توجیه (چه پیمایش زاویه سنجی باشد ، چه منحرفه) بدست آمده باشد . بطور کلی اگر پیمایش زاویه سنجی باشد برای تعین مختصات رئوس پیمایش **بموجب طریقه سابق** به سه مقدار زیر احتیاج داریم :

۱ - زوایای نقشه برداری در تمام رئوس

۲ ـ ژیزمان حقیقی یا مغناطیسی یك ضلع (معمولا ضلع اول پیمایش)

۳ ـ طول اضلاع

بموجب طریقه جدید : به قرائت های عقب و جلو در هر راس و ژیزمان (حقیقی یا مغناطیسی) ضلع مبداء و طول اضلاع احتیاج داریم

در پیمایش منحرفه : بهآزیموت های (معمولامغناطیسی) اندازه گرفته شدهٔ عقب و جلو در هر راس ، و طول اضلاع احتیاج داریم .

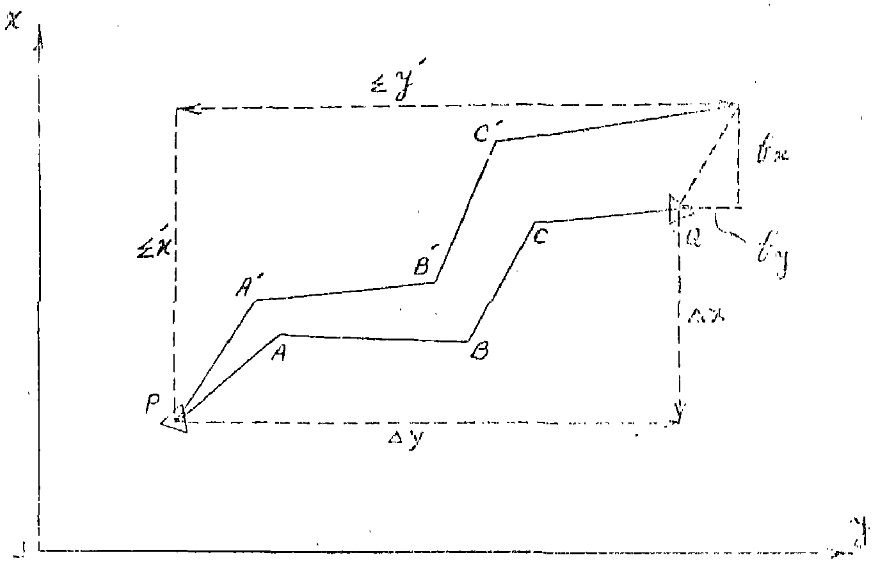
نمونه اصلی جدول برای محاسبه مختصات متعامد رئوس یك پیمایش بكمك طول اضلاع و زوایای توجیه جبران شده

رئوس	زوایای توجیه جبران شده یا قطعی θ	طولهای اضلاع ρ	محاسبه طولهای — نسبی $x = \rho \sin \theta$ (+)	محاسبه طولهای — نسبی $x = \rho \sin \theta$ (−)	محاسبه طولهای — مطلق X	محاسبه عرض های — نسبی $y = \rho \cos \theta$ (+)	محاسبه عرض های — نسبی $y = \rho \cos \theta$ (−)	محاسبه عرض های — مطلق Y
۱	۲	۳	۴	۴	۵	۶	۶	۷
	گ	m	m	m	m	m	m	
۱					۰			۰
	۲۸۳٫۹۸	۲۸۸٫۰۳		۷۱٫۹		۲۷۹٫۵		
۲					−۷۱٫۹			+۲۷۹٫۵
	۳۰۲٫۳۸	۲۱۸٫۰		۲۱۷٫۸		۸٫۲		
۳					−۲۸۹٫۷			+۲۸۷٫۷
	۲۸۸٫۹۳	۲۰۵٫۰		۲۰۲٫۰			۳۵٫۴	
۴					−۴۹۱٫۷			+۲۵۲٫۳
	۱۴۳٫۰۱	۱۴۳٫۸	۱۱۲٫۱				۹۰٫۰	
۵					−۳۷۹٫۶			+۱۶۲٫۳
	مجموع		۱۱۲٫۱	۴۹۱٫۷		۲۸۷٫۷	۱۲۵٫۴	
	مجموع جبری		−۳۷۹٫۶			+۱۶۲٫۳		

ممکنست θ از روی زاویه نقشهبرداری یا آنکه باطریقهانتقال توجیه (چه پیمایش زاویه سنجی باشد چه منحرفه) بدست آمده باشد

II ـ محاسبه خطای بست و مختصات جبران شده

۲۷) محاسبه خطای بست یك پیمایش باز – پیمایش باز PABCQ راکه بین دو نقطه مثلثاتی معلوم P و Q محصور میباشد ، در نظر میگیریم ش ۳۵. مختصات متعامد دو نقطه مثلثاتی



ش ۳۵

P و Q بترتیب X_P و Y_P و X_Q و Y_Q میباشند ؛ فرض میکنیم این مختصات از محاسبه مثلث‌بندی که بنابه فرض قبلا انجام گرفته است بدست آمده باشند ؛ ممکنست از محاسبه پیمایش های اصلی که P و Q رئوس آنها میباشند بدست آمده باشند .

مختصات Q نسبت به P چنین است :

$$\Delta X = X_Q - X_P$$
$$\Delta Y = Y_Q - Y_P$$

هرگاه برداشت و محاسبه پیمایش PABCQ بدون خطا انجام گرفته باشد ، بین مجموع مختصات نسبی رئوس و مختصات P و Q روابط زیر بر قرار میباشد :

$$(۱) \quad \begin{cases} \Sigma x - \Delta X = 0 \\ \Sigma y - \Delta Y = 0 \end{cases}$$

اما در حقیقت اینطور نیست و معمولا بعلت نادرستی های غیر قابل احتراز یکه در سنجش و اجرا قراولروی ها و مشاهدات دست میدهد ، بعوض مسیر صحیح PABCQ مسیری مثل P´A´B´C´Q´ بدست میاید که انتهای آن

۱ ـ رجوع بفصل دوم

Q' در مجاورت Q قرار میگیرد . فاصله $QQ' = f$ خطای کلی بست میباشد و f_x و f_y تصاویر آن روی محورهای مختصات میباشند . پس اگر مختصات نسبی رئوس پیمایش $PA'B'C'Q'$ را به x' و y' نمایش دهیم چنین خواهیم داشت (۱) :

$$(۵) \quad \begin{cases} \Sigma x' - \Delta X = f_x \\ \Sigma y' - \Delta Y = f_y \end{cases}$$

در حقیقت x' و y' مقادیر تقریبی مختصات نسبی حقیقی x و y رئوس پیمایش $PABCQ$ میباشند ؛ معمولا آنها را مختصات نسبی تصحیح نشده و x و y را مختصات نسبی جبران شده (در صورتیکه بخواهیم در هر راس x' و y' را طوری تصحیح کنیم که به x و y تبدیل گردند) میگویند

f_x را **خطای بست در** x و f_y را **خطای بست در** y و هر دو را **مولفه‌های** خطای کلی بست مینامند . عبارت خطای کلی بست بر حسب مولفه‌ها یا تصاویر خود چنین میباشد :

$$(۶) \quad \boxed{f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}}$$

حال پیش از اقدام بمحاسبه مختصات مطلق ، ابتدا خطای کلی بست را باندازه خطای دستگاهی سنجش های طولی تصحیح میکنیم ؛ بعد نتیجه حاصله یا مولفه‌های آنرا با **حد قابل قبول (یا تخلف مجاز)** مقایسه میکنیم ؛ اگر خطا قابل قبول نباشد ، قطعهای مرتکبه را تجسس کرده و آنها را تصحیح مینمائیم ؛ اگر قابل قبول باشد ، مولفه‌های آنرا روی مختصات نسبی تصحیح نشده x' و y' توزیع میکنیم تا مختصات نسبی جبران شده x و y صادق در روابط (۴) بدست آیند . بعد با این مختصات جبران شده مختصات مطلق یا قطعی X و Y را حساب مینمائیم

حال خواهیم دید که میتوان پیش از اقدام بمقایسه خطای کلی بست با تخلف مجاز مربوطه ، قسمت مربوط به خطای دستگاهی طولها را که خطائی احتمالی است آشکار ساخته و از خطای کلی بست تفریق نمود .

۳۸) تصحیح خطای کلی بست باندازه خطای دستگاهی(۲)سنجش های طولی == میخواهیم خطای کلی بست را باندازه خطای دستگاهی سنجش های طولی تصحیح کنیم خطای کلی بست که فوقاً حساب شد منتجهٔ دو خطای زیر میباشد :

۱ ـ خطای دستگاهی سنجش های طولی

۲ ـ خطای اتفاقی سنجش های خطی و زاویه‌ای

---

۱ ـ x' و y' ناشی از اندازه گیریهای نادرستی است که در زمین حین برداشت انجام داده‌ایم

۲ ـ برای بررسی کامل خطاها بفصل سوم مراجعه کنید

پیش از اقدام به توزیع یا جبران این خطاها باید مطمئن باشیم که هر کدام از تخلف مجاز مربوطه تجاوز نمیکند . همانطور که اشاره شد ، میتوانیم قبلا قسمت مربوط به خطای دستگاهی طولها را آشکار ساخته و از خطای کلی بست تفریق کنیم ؛ برای این منظور مولفههای خطای دستگاهی سنجشهای طولی را معلوم میکنیم و بعد آنها را از مولفه های خطای کلی بست تفریق مینمائیم :

فرض میکنیم λ ضریب متری این خطای دستگاهی باشد (۱) . میتوانیم مختصات نسبی x' و y' را تصحیح کنیم ولی معمولا برای این منظور کافیست اختلافات f_x و f_y را که مولفه های خطای کلی بست میباشند ، تصحیح نمود

هرگاه dx' و dy' تصحیحهای مختصات نسبی باشند و چون ملاحظه کنیم که علامتشان باید مخالف علامت خطاهائیکه باید از بین بروند ، باشد ، آنوقت چنین خواهیم داشت

$$x' + dx' = \varrho(1 - \lambda)\cos V$$

$$y' + dy' = \varrho(1 - \lambda)\sin V$$

و یا $dx' = -\lambda x$ و $dy' = -\lambda y$

---

۱) تعیین λ = در بعضی حالات این ضریب را از روی تجارب پیشین که مثلا قبلا برای زنجیر یا نوار یا اسبابهای استاد بمتر یك بند تنظیم شده ، انجامدادهاند تعین میکنند ، ممکنست ضریب مزبور را از خود عملیات بترتیب زیر نتیجه گرفت : در عملیات مهم معمولا یکعده پیمایش وجود دارد که مابین نقاط مثلثاتی درج میگردد . برای هر یك از این پیمایس ها ، مثلا پیمایشی که نقاط مثلثاتی P و Q را بهم وصل میکند ش ۳۴ ، بموجب نتایج مثلث بندی (مختصات مطلق معلوم P و Q) ، فاصله K بین این دو نقطه چنین است :

$$K = \sqrt{(\Delta X)^2 + (\Delta Y)^2} \qquad (۷)$$

از طرف دیگر همین فاصله بموجب مختصات نسبی تصحیح نشده ، چنین میباشد :

$$K' = \sqrt{(\Sigma x')^2 + (\Sigma y')^2} \qquad (۸)$$

بعد تمام اختلافات $\Delta = K - K'$ را تشکیل داده در جدولی مینویسیم . بعد این جدول را مورد تفتیش قرار میدهیم ، اگر تمام اختلافات Δ دارای یك جزء دستگاهی باشند (مثلا تمام همعلامت یا آنکه تقریبا هم علامت باشند) ، معلوم میشود که یك اختلاف دستگاهی بین نتایج دو اندازهگیری موجود است و آنوقت **ضریب متوسط برای واحد طول** یا **ضریب متری خطای دستگاهی طول** یعنی λ از دستور زیر بدست میاید :

$$\lambda = \frac{\Sigma(K' - K)}{\Sigma K} = \frac{\Sigma \Delta}{\Sigma K}$$

یعنی مساویست با خارج قسمت مجموع اختلافات مزبور بر مجموع طولها

پس تصحیح Σx^- و بنابراین تصحیح خطای بست کلی $\Delta X = \Sigma x^-$ یا f_x چنین میباشد:

$$\Sigma dx^- = -\lambda \Sigma x^-$$

همینطور تصحیح خطای f_y چنین است :

$$\Sigma dy = -\lambda \Sigma y^-$$

پس قسمت اتفاقی خطای کلی بست عبارتند از :

$$\text{برای طولها } f_x - \lambda \Sigma x^- \quad (۹)$$

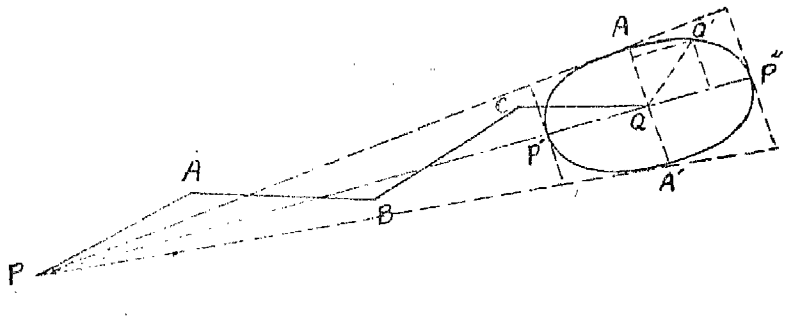
$$\text{برای عرض‌ها } f_y - \lambda \Sigma y^- \quad (۱۰)$$

. این مقادیر (۹) و (۱۰) باید بنوبه خود از خطاهای ماکزیمم قابل قبول بست کمتر باشند (§ ۲۹ بعد)

پس هرگاه λ ضریب متری خطای دستگاهی طولها باشد ، میتوان برای پیمایش مزبور مولفه های $\lambda \Sigma x^-$ و $\lambda \Sigma y^-$ خطای دستگاهی سنجش های طولی را حساب نموده و بعد آنها را از مولفه های f_x و f_y خطای کلی بست تفریق نمود تا مولفه های قسمت اتفاقی خطای کلی بست بدست آیند

حال میخواهیم قسمت اتفاقی خطای کلی بست را باتخلف مجاز های (حدهای اعلی قابل قبول) مربوط بخطاهای اتفاقی مقایسه نمائیم (§ ۲۹)

۳۹) تخلف مجاز برای قسمت اتفاقی خطای بست = بیضی اغماض .(پیمایش را کشیده فرض میکنیم .) ، قسمت اتفاقی خطای کلی بست شامل دوجور خطامیباشد یکی خطاهای **زاویه‌ای** ودیگر خطاهای خطی پس تخلف مجاز مربوطه تام هردوجور خطا خواهد بود : **حال فرض میکنیم که پیمایش کشیده باشد** یعنی رئوس آن از خط مستقیم PQ که دو انتهای آنرا بهم وصل میکند زیاد دور نباشد ش ۳۶ . این حالتی است که زیاد در عمل مورد توجه قرار میگیرد و حتی‌المقدور باید



ش ۳٦

سعی نمود بدان نزدیک بود ، در این صورت پیمایش بخط مستقیم قابل تشبیه میباشد .

خطاهای خطی که در طولها اثر میکنند، میل دارند نقطه نهائی پیمایش را فقط در امتداد خط PQ یعنی در امتداد کلی پیمایش، تغییر مکان بدهند؛ فرض میکنیم حداعلی قابل قبول این تغییر مکان طولی که میباید حساب شود، QP′ = QP″ باشد. از طرف دیگر خطاهای زاویه‌ای میل دارند تمام یا قسمتی از پیمایش را حول نقطه P یا سایر رئوسش دوران بدهند و بدین ترتیب به نقطه نهائی Q تغییر مکانهائی **عرضی** یعنی عمود بر امتداد کلی پیمایش وارد سازند. فرض میکنیم حداعلی قابل قبول این تغییر مکانها که باید حساب شود، QA′ = QA باشد.

در اینجا می‌بینیم که خط PA و PA′ از یك طرف وقوس های دایره‌ای بمرکز P و شعاعهای PP′ و PP″ از طرف دیگر، تشکیل **میدان کوچکی** میدهند ش ۳۶.

فرض میکنیم Q وضع حقیقی انتهای پیمایش باشد؛ این نقطه بتوسط مثلث بندی تعین شده است در صورتیکه هیچگونه غلطهائی در عملیات موجود نباشد، نقطه Q′ که بتوسط نقل پیمایش بدست میاید باید در این میدان کوچك واقع باشد. این میدان نسبت بفاصله PQ بسیار کوچکست؛ با محاسبه حداعلی های QA و QP میتوانیم این میدان را بسازیم و برای این منظور آنرا به مستطیلی که اضلاع آن در A و A′ با PQ موازیند تشبیه میکنیم. تا وقتیکه نقطه نهائی Q′ ازاین مستطیل خارج نشده باشد، میتوان قبول نمود که عملیات قابل قبولست چه اگر مولفه های خطای کلی بست QQ′ را در امتداد های QA و QP′ تعین کنیم می‌بینیم که هر یك از آنها از حداعلی های قابل قبول کوچکتر میباشد

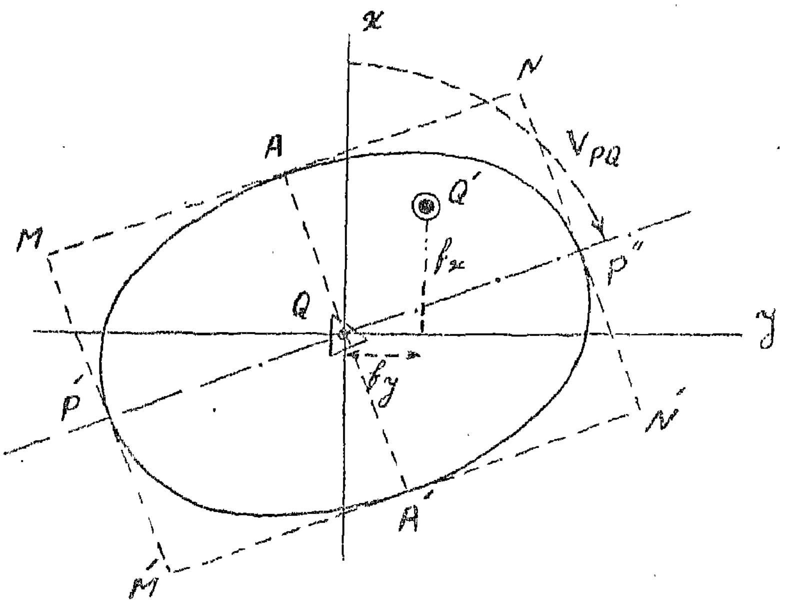
همانطور که دیده میشود مکان وضعیات قابل قبول نقطه نهائی پیمایش ظاهرا مستطیل مزبور است ولی بعللی که در فصل دوم (بسط طریقه تقاطع) و فصل سوم قسمت احتمالات خواهیم دید، این مستطیل از حدود مکان حقیقی خود(۱) تجاوز مینماید. **براوه** ثابت کرده است که این مکان حقیقی بیضی ایست که در مستطیل مزبور محاط شود. پس باید این بیضی را که **بیضی اغماض** نام دارد بسازیم و سعی کنیم نقطه Q′ انتهای پیمایش در داخل آن واقع شود.

۴۰) ساختمان بیضی اغماض = برحسب نوع کارهائی که مورد نظر قرار میگیرد، معمولا رسم این بیضی را با مقیاس بزرگتر $\frac{۱}{۱۰}$ یا $\frac{۱}{۲۰}$ یا $\frac{۱}{۵۰}$ انجام میدهند. برای ساختن آن نقطه اختیاری Q را بعنوان نقطه مثلثاتی که پیمایش بایدبدان منتهی شود، در نظر میگیریم ش ۳۷. ازاین نقطه دو عمود QX و QY را بموازات محورهای مختصات رسم میکنیم. مختصات Q′ نسبت به Q مولفه های خطای بست یعنی f_x و f_y میباشند. بوسیله این مختصات نقطه Q′ را روی کاغذ تعین میکنیم. بعد بتوسط ژیزمان ضلع PQ یعنی V_{PQ} که از رابطه:

$$tg\ V_{PQ} = \frac{Y_P - Y_Q}{X_P - X_Q} = \frac{\triangle X}{\triangle Y}.$$

---

۱ - این مکان حقیقی با خطاهای منتجه ماکزیمم هم احتمال متناظر میباشد (فصل دوم و سوم)



ش ۳۷

بسمت میاید از نقطه Q امتداد PQ را رسم مینمائیم وروی آن در طرفین Q ، طولهای QP″=QP را بامقیاس ترسیم نقل میکنیم ، این طولها ، **خطاهای ماکزیمم قابل قبول، یاحدود اعلی ، یا تخلف مجاز** خطاهای سنجش های طولی (§ ۳۱) میباشند . بعد از P″ و Q و P″ عمود های M″M و A″A و N″N را بر p″p وارد میسازیم .

حال روی A″A از آغاز نقطه Q دو طول مساوی QA = QA را نقل مینمائیم ، هر یك از این طولها خطای عرضی موجود در سنجش های زاویه‌ای را نمایش میدهد (§ ۳۳) . ازنقاط A و A″ دو خط MN و M″N″ را بموازات p″p رسم مینمائیم ؛ مستطیل MNM″N″ ساخته میشود **بیضی اغماض** را در داخل آن رسم میکنیم

هرگاه نقطه Q″ در داخل این بیضی واقع نباشد معلوم میشود یك یا چند غلط احتمالی موجود است که برای تجسس آنهابایه ابتدا محاسبات را تحقیق نموده و بعد در صورت لزوم اقدام به تحقیق اندازه‌گیریها در روی زمین نمود

۳۱) محاسبه تخلف مجاز طولی = گفتیم که در یك پیمایش تقریبا مستقیم الخط ، در اثر خطاهای خطی ، نقطه نهائی پیمایش در امتداد خط واصل بین دو انتهایش تغییر مکان مینماید . بعد گفتیم که QP″ **حداعلی قابل قبول خطا یا تخلف مجاز** این خطای خطی میباشد . حال میخواهیم مقدار آنرا پیدا کنیم .

وقتی سنجش طولهای اضلاع پیمایش بتوسط نوار ، یا مفتول ، یا خط کش انجام گرفته باشد ، باید قبلا **خطای اتفاقی متوسط خطی** e را معلوم نمود (۱) . آنوقت در طولی مساوی K خطای اتفاقی متوسط چنین خواهد بود :

$$E = e\sqrt{K} \qquad (۱۱)$$

وقتی طولها را با طریقه غیر مستقیم مثلا بوسیله یك اسباب استاد یمتریك اندازه گرفته باشیم ،

---

۱) خطای اتفاقی و خطای دستگاهی متوسط = سنجش مستقیم طولها (متر - نوار - زنجیر - خط کش)

برحسب تعریف ، خطای اتفاقی متوسط خطی دریك سنجش مستقیم ، عبارتست از خارج قسمت خطای متوسط مرتکبه بر جذر فاصله ایکه اندازه گرفته شده است . هرگاه e_l خطای متوسط درسنجش مسافت l باشد ، **خطای اتفاقی متوسط خطی** چنین خواهد بود :

$$e = \frac{e_l}{\sqrt{l}}$$

این خطا ثابت است و بستگی بفاصله اندازه گرفته شده ندارد زیرا :

فرض میکنیم n تعداد پرتاب های خط کش (پرتاب طول هر دفعه اندازه گیری بااسباب است) و L طول خط کش و e_L خطای متوسط در یك پرتاب باشند . بموجب قانون جمع خطاهای اتفاقی (فصل سوم) ، خواهیم داشت :

$$e_l = e_L\sqrt{n}$$

$$e = \frac{e_l}{\sqrt{l}} = \frac{e_L}{\sqrt{L}}$$

e_L و L ثابت های اسباب میباشند ؛ پس برای یك شخص عمل کننده ویك زمین معین ، e بستگی به مسافت اندازه گرفته شده l ندارد . (فهو المطلوب)

برای خط کش های ۵ متری ، خطای اتفاقی متوسط خطی درحدود ۳ ± میلیمتر است . برای طولی مساوی l متر در حدود $\pm ۳\sqrt{l}$ میلیمتر میباشد همینطور ، برای طولی مساوی l متر که باخط کش های ۵ متری اندازه گرفته شده باشد ، خطای دستگاهی متوسط در حدود $۰٫۳\,l$ میلیمتر است . پس درطول مفروض l متری عبارت خطای متوسط کلی E چنین است : میلیمتر $E = ۰٫۳\,l \pm ۳\sqrt{l}$

۲) خطای اتفاقی متوسط = سنجش غیر مستقیم (دوربین های استاد یمتریك معمولی) — این خطا بر حسب طول اندازه گرفته شدهٔ D ، تقریباً از دستور زیر بدست میاید :

$$e_C = \pm(۰٫۰۴ + ۰٫۰۰۰۶\,D) \qquad (D \text{ بر حسب متر})$$

باید قبلا خطای اتفاقی متوسط e برای هر ضلع پیمایش را معلوم کنیم (۲). بعد خطای متوسط کلی را از دستور زیر حساب مینمائیم

$$E = \sqrt{\Sigma e^{2}}$$

اضلاع یك پیمایش معمولا تقریباً هم طول میباشند ، پس اگر n تعداد اضلاع آن و e_C خطای متوسط در ضلعی بطول متوسط باشد ، خطای کلی E چنین خواهد بود :

$$E = e_C \sqrt{n} \quad (۱۲)$$

اگر خطاهای متوسط همه کوادراتیك باشند ، تخلف مجاز t_K برای طولی مساوی K چنین میباشد

$$t_K = ۲٫۵ E \quad (۱۳)$$

پس t_K کمیت تخلف مجاز یاحداعلی QP^- و QP^-در بعضی اغماض است.

مثال ۱ ـ طولهای اضلاع پیمایشی را ، که دوانتهایش تقریباً ۱۳۰۰ متر از هم فاصله دارند ، با یك نوار فولادی اندازه گرفته‌ایم . مقدار e مساوی ۰٫۰۰۵ است خطای اتفاقی متوسط خطی نقطه نهائی این پیمایش وحد قابل‌قبول(تخلف مجاز) آنرا حساب کنید (پیمایش کشیده فرض شده است) .

مقدار این خطا چنین است :

$$E = \pm ۰٫۰۰۵ . \sqrt{۱۳۰۰} = \pm ۰٫۱۸ \text{ متر}$$

و تخلف مجاز یا خطای ماکزیمم قابل قبول عبارتست از :

$$t_K = ۲٫۵ . ۰٫۱۸ = ۰٫۴۵ \text{ متر} \ (m)$$

مثال ۲ـ درهمان پیمایش که فرض میکنیم ۱۱ ضلع داشته باشد ،طولهای اضلاع را بتوسط یك دوربین استاد یمتریك و یك استاد یا اندازه گرفته وبرای تعین هرضلع فقط یك‌قراوارو ی اجرا کرده‌ایم . خطای اتفاقی متوسط کلی و تخلف مجاز را حساب کنید

$$D = \frac{K}{n} = ۱۱۸ \text{ متر}$$

و خطای متوسط e_C برای هر ضلع پیمایش چنین است

$$e_C = \pm (۰٫۰٤ + ۰٫۰۰۰٦ . ۱۱۸) = \pm ۰٫۱۱ \ m$$

پس خطای اتفاقی متوسط کلی پیمایش عبارتست از :

$$E = e_C \sqrt{n} = \pm ۰٫۳۷$$

و خطای ماکزیمم قابل قبول یا تخلف مجاز چنین خواهد بود

$$t_K = ۲٫۵ . ۰٫۳۷ = ۰٫۹۲ \text{ متر}$$

۳۳) محاسبه تخلف مجاز عرضی(پیمایش کشیده) = تخلف مجاز عرضی مولفه‌ایست واقع در امتداد عمود بر پیمایش ؛ بر حسب آنکه‌محاسبه زیزمانها باطریقه زاویه سنجی یا باطریقه‌آزیموتی

اجراء شده باشد ، باید دو حالت تشخیص داد :

۱) محاسبه تخلف مجاز عرضی (یا زاویه‌ای) در حالت یک پیمایش زاویه سنجی = پیمایش کشیده $PABC \ldots Q$ را که اضلاع آن تقریباً هم‌طول میباشند در نظر میگیریم . فرض میکنیم ϵ_m خطای اتفاقی متوسط در سنجش یک زاویه ، و K طول کلی پیمایش ، و l طول متوسط یکی از اضلاع ، و n تعداداضلاع ، و $n+1$ تعداد کلی رئوس بانضمام مبداء وانتهای آن ، باشند . خطای زاویه‌ای راس ردیف r را در نظر میگیریم ؛ ϵ_m خطای متوسط زاویه‌ای دراین راس است . در اثر این خطا راس بعدی باندازه $\epsilon_m l$ (ϵ_m بر حسب رادیان) از طرف عرض تغیر مکان میابد . آنوقت اگر زوایای تمام رئوس بعداز راس r بدون خطا باشند ، تغییر مکان انتهای پیمایش با فاصله‌اش از راس ردیف r متناسب خواهد بود و مقدار متوسط این تغییر مکان چنین است :

$$(۱) \quad \delta_r = \epsilon_m \cdot l \, (n + ۱ - r)$$

δ_r عبارتست از تغییر مکان‌متوسط انتهای‌پیمایش فقط دراثرخطای زاویه‌ای ϵ_m درراس‌ردیف r هرگاه در تمام زوایای n راس اول پیمایش ، خطاهای زاویه‌ای‌وجود داشته‌باشد ، تغییر مکان واقعی نقطه نهائی پیمایش عبارتست از منتجه n تغییر مکان جزئی نظیرهم که در اثر خطاهای زاویه‌ای n راس اول آن بوجود آمده‌اند .

چون ϵ_m خطای اتفاقی متوسط در سنجش یک زاویه میباشد ، پس مقدار متوسط تغییر مکان منتجه چنین است :

$$\triangle = \sqrt{\delta_۱^۲ + \delta_۲^۲ + \ldots + \delta_n^۲}$$

هرگاه بجای $\delta_۱$ و $\delta_۲$ و ... δ_n مقادیرشانرا طبق رابطه (۱) قرار دهیم وحاصل را مختصر کنیم نتیجه میشود :

$$\triangle = \epsilon_m l \sqrt{\frac{n\,(n + \frac{۱}{۲})(n + ۱)}{۳}}$$

یا آنکه اگر بجای l مقدار $\frac{K}{n}$ را بگذاریم :

$$(۲) \quad \boxed{\triangle = \epsilon_m K \sqrt{\frac{(n + \frac{۱}{۲})(n + ۱)}{۳n}}}$$

یا آنکه تقریباً :

$$(۳) \quad \boxed{\triangle = \epsilon_m K \sqrt{\frac{n + ۱/۵}{۳}}}$$

اگر خطای متوسط ϵ_m کوادراتیک باشد ، $\triangle$ نیز کوادراتیک خواهد بود وآنوقت عبارت تخلف مجاز عرضی چنین میباشد

$$t_A = ۲٫۵ \, \Delta \qquad (٤)$$

t_A کمیت تخلف مجاز عرض ناشی از خطاهای اتفاقی سنجش های زاویه ایست و باید بوضع QA و QA^- در بعضی اغماض رسم شود

مثال عددی - پیمایشی ۸ ضلعی که دو نقطه واقع در فاصله ۱۲۰۰۰ متر از هم را بهم وصل میکند در نظر میگیریم ؛ زوایای* این پیمایش باتاکئومتر با خطای متوسطی مساوی ۰٫۰۱۲ ± گراد یا $\frac{۱}{۵۳۰۰} = ۰٫۰۱۲ \cdot \frac{۲\pi}{٤۰۰}$ رادیان ، اندازه گرفته شده اند .

تغییر مکان خطی متوسط عرضی نقطه نهائی این پیمایش چنین است :

$$\Delta = \frac{۱}{۵۳۰۰} \cdot ۱۲۰۰۰ \sqrt{\frac{۸ + ۱٫۵}{۳}} = \pm ٤۰ \, m \; (\text{متر})$$

و تخلف مجاز عرضی عبارتست از :

$$t_A = ۲٫۵ \cdot ۰٫۰٤۰ \, m = ۰٫۱۰۰ \, m$$

ملاحظه — در فورمول ۲ پیمایش کاملاً مستقیم الخط فرض شده ولی برای پیمایش های کشیده که رئوس آنها از خط مستقیم کم دور میباشند ، نیز صادق خواهد بود . اما باید دانست که در فورمول فوق K مجموع طولهای اضلاع پیمایش نیست بلکه فاصله بین دو انتهای آن میباشد یعنی :

$$K = \sqrt{\Delta X^۲ + \Delta Y^۲}$$

برای احتراز از محاسبه مستقیم خطای متوسط نقطه نهائی (فورمول ۲) ، یك آباك (۱) در ش ۳۸ ترسیم کرده ایم .

مثال و طرز استفاده از آباك — پیمایش ۱۱ ضلعی تقریباً مستقیم الخطی را در نظر میگیریم . طول آن ۳٫۱ کیلو متر است . هریك از زوایای آنرا باخطای متوسطی مساوی ۰٫۰۰۹ ± گراد اندازه گرفته ایم . میخواهیم تخلف مجاز متناظره را حساب کنیم .

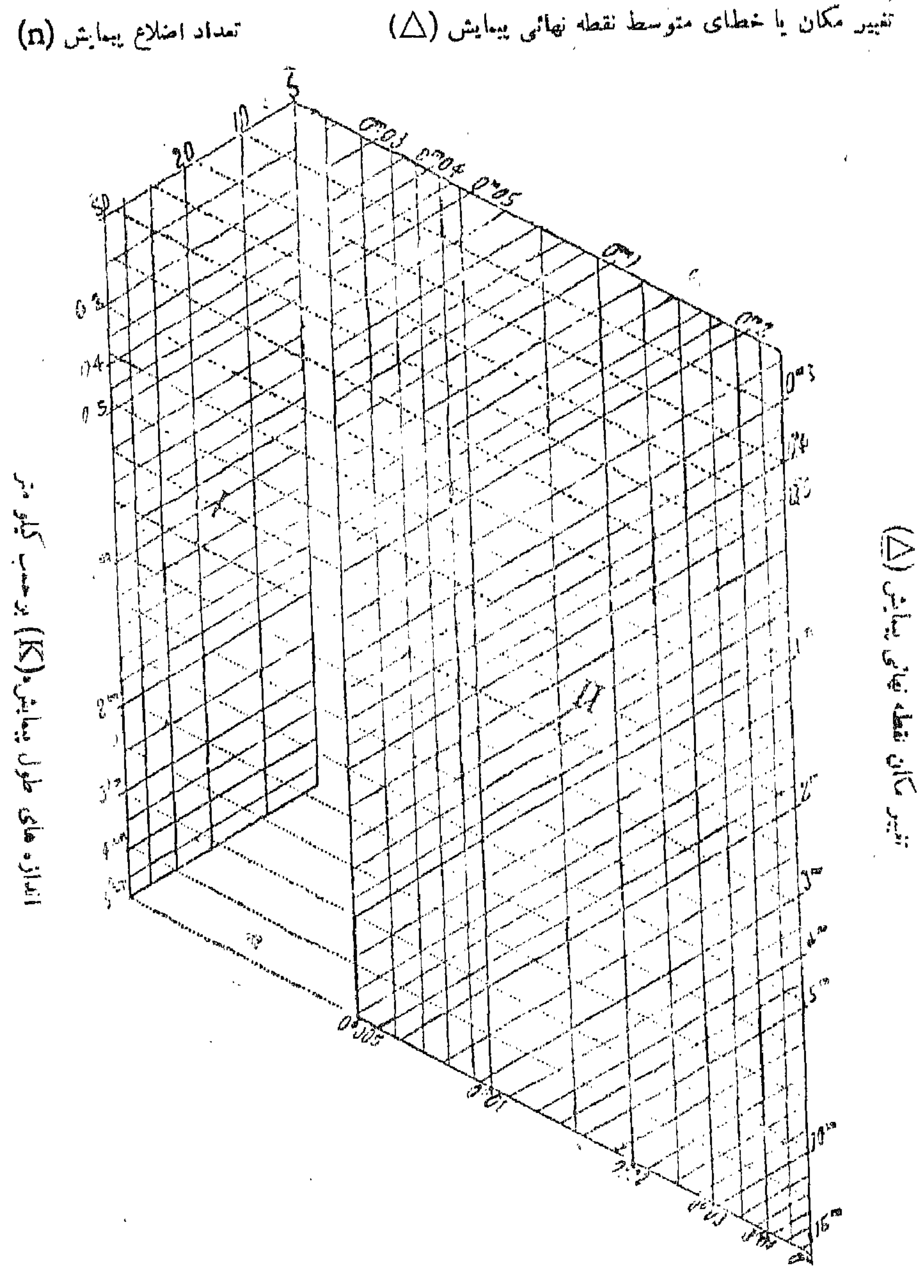
این آباك دارای دو مقیاس I و II میباشد . در مقیاس I نقطه تلاقی خط مایل / متناظر باطول ۳٫۱ کیلو متر را با خط مایل \ متناظر با عده ۱۱ اضلاع ، جستجو میکنیم . از این نقطه تلاقی بطور افقی حرکت کرده در مقیاس II به خط مایل \ متناظر باخطای متوسط ۰٫۰۰۹ گراد بر خود مینمائیم رقوم خط مایل / مار بر نقطه تلاقی اخیر ، خطای متوسط Δ نوك پیمایش را که در اینجا ۰٫۳۷ ± متر است تعین میکند .

پس تخلف مجاز متناظره عبارت است از :

$$t_A = ۲٫۵ \cdot ۰٫۳۷ = ۰٫۹۲ \; \text{متر}$$

۴) محاسبه تخلف مجاز عرضی (زاویه ای) در یك پیمایش منحرفه = ضلع غیر مشخصی از این پیمایش را در نظر میگیریم . فرض میکنیم ε اندازه خطا در زمان این ضلع باشد ،

۱ - abaque (یا ترسیمه)



خطای متوسط در سنجش یك زاویه ε_m
ش ۳۸

شرح آباك ـ این آباك ٥ ضلع دارد و دارای دو مقیاس I و II میباشد. نوع تقسیمات هر ضلع آن مقابل و نزدیك خود ضلع نوشته شده است.

در اثر این خطا انتهای ضلع مزبور باندازه $\delta = \varepsilon . l$ درطرف عرض تغییر مکان میابد . اما اینجا بر خلاف آنچه درحالت یك پیمایش زاویه سنجی وجوددارد ، ژیزمانهای اضلاع بعد ، مستقل میباشند و آنوقت تغییر مکان عرضی نقطه نهائی پیمایش در اثر خطای ε ضلع غیر مشخص مزبور ، مساوی همان مقدار δ خواهد بود .

فرض میکنیم ε_m خطای متوسط یك ژیزمان برحسب رادیان باشد . اگرتمام اضلاع پیمایش تقریباً مساوی $l = \frac{K}{n}$ باشند ، عبارت مقدار متوسط یك تغییر مکان δ چنین میشود .

$$\delta_m = \varepsilon_m \frac{K}{n}$$

پس بدین ترتیب ، نقطه نهائی پیمایش n تغییر مکان جزئی نظیر هم پیدا میکند که منتجهٔ آنها $\triangle$ چنین خواهد بود

$$\triangle = \delta_m \sqrt{n}$$

و یا

$$\boxed{\triangle = \varepsilon_m \frac{K}{\sqrt{n}}} \quad (۵)$$

مانند حالت پیش اگر خطاهای متوسط مزبور کوادراتیك باشند ، تخلف مجاز $QA = QA^{-}$ در شکل ۳۶ (بیضی اغماض) چنین خواهد بود

$$\boxed{t_A = ۲٫۵ \triangle} \quad (۶)$$

تبصره - میتوان دستورات (۵) و (۶) رادرعمل بکاربردحتی وقتیکه شرط تساوی اضلاع پیمایش کاملا بر قرار نباشد ؛ اما باید K رافاصله بین نقاط نهائی پیمایش درنظر گرفت نهمجموع طولهای اضلاع

مثال - پیمایش کشیده‌ای که طول آن ۱۲۰۰ متر وتعداد اضلاعش ۸ میباشد ، در نظر میگیریم . فرض میکنیم ژیزمانهای اضلاع آن از آزیموت هائیکه مستقیما بوسیله یك قطب‌نما اندازه گرفته شده‌اند بدست آمده باشند . خطای اتفاقی متوسط هریك از این ژیزمانها مساوی ۰٫۱۲ گراد یابرحسب رادیان مساوی $\frac{۱}{۵۳۰} = \frac{۲۳}{۱۰۰۰}\ ۰٫۱۲$ میباشد . تخلف مجاز مربوطه را حساب کنید

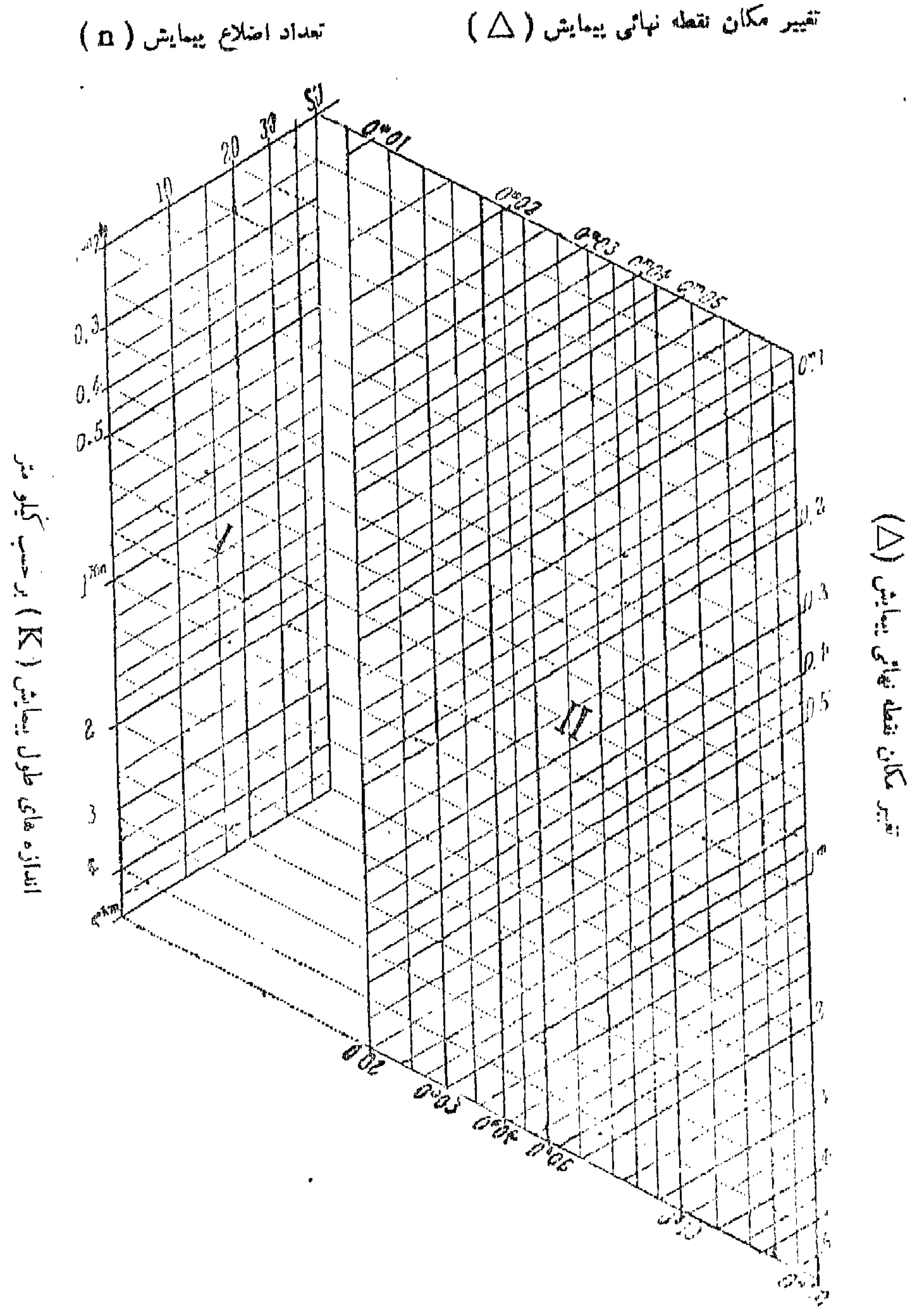
تغییر مکان‌خطی متوسط عرضی نقطه نهائی پیمایش‌چنین میباشد

$$\triangle = \frac{۱}{۵۳۰} . \frac{۱۲۰۰}{\sqrt{۸}} = + \ ۰٫۸۰ \text{ متر}$$

و تخلف مجاز متناظره عبارتست از :

$$t_A = ۲٫۵ . ۰٫۸ = ۲٫۰ \text{ متر}$$

باز برای احتراز از محاسبه مستقیم ، آباك ش ۳۹ را ترسیم میکنیم



خطای متوسط در ژیزمان یك ضلع (ε_m)

ش ۳۹

مثال و طرز استفاده از آباك شكل ۳۹ = پیمایشی بطول ۳ر۱ کیلو متر را که دارای ۱۱ ضلع است در نظر میگیریم ش ۳۹ . آزیموت های اضلاع این پیمایش با خطای متوسطی مساوی ۹۰ر۰ ± گراد اندازه گرفته شده‌اند . خطای متوسط △ نقطه نهائی و تخلف مجاز متناظره را حساب کنید .

در مقیاس I آباك ، نقطه تلاقی مایل های متناظر با طول ۳ر۱ کیلو متر و عدد ۱۱ اضلاع را جستجو میکنیم . بعد از این نقطه تلاقی بطور افقی حرکت کرده در مقیاس II به خط مایل متناظر باخطای متوسط ۹۰ر۰ گراد بر خورد مینمائیم . رقوم خط مایل دومی که از نقطه تلاقی اخیر میگذرد ، خطای متوسط △ نقطه نهائی را که در اینجا ۵۳ر۰ ± متر میباشد تعین میکند .

پس تخلف مجاز مربوطه چنین است :

$$\text{متر } ۱ر۳۲ = △ ۲ر۵$$

۳۳) پیمایشی که رئوس آن ازخط واصل بین دوانتهایش دورمیباشد =

پیمایش ABCDEF را که رئوس آن بمقدار قابل توجه از خط مستقیم AF دوراند ، در نظر میگیریم ش ۴۰ . خطاهای خطی ، در مولفه‌ای از خطای بست که بر امتداد کلی AF عمود میباشد ، تاثیر قابل ملاحظه‌ای وارد خواهند ساخت ؛ پس باید این تاثیر را باتاثیر ناشی ازخطاهای زاویه‌ای (§ ۳۲) ترکیب کنیم این نوع پیمایش کمتر در عمل پیش میاید و ما راجع بآن زیاد بحث نمیکنیم فقط این نکته را تذکر میدهیم ، که اگر λ خطای متوسط اتفاقی برای واحد طول باشد و D مجموع طولهای Bb و Cc و Dd و Ee و Ff بین رئوس واقع در طرف راست وطرف چپ خط AF باشد ، مولفه عرضی خطای خطی چنین خواهد بود :

$$(۱) \quad \lambda\sqrt{D}$$

پس مولفه عرضی خطای بست که منتجه خطاهای متوسط زاویه‌ای △ (§ ۳۲) و خطی $\lambda\sqrt{D}$ میباشد عبارتست از :

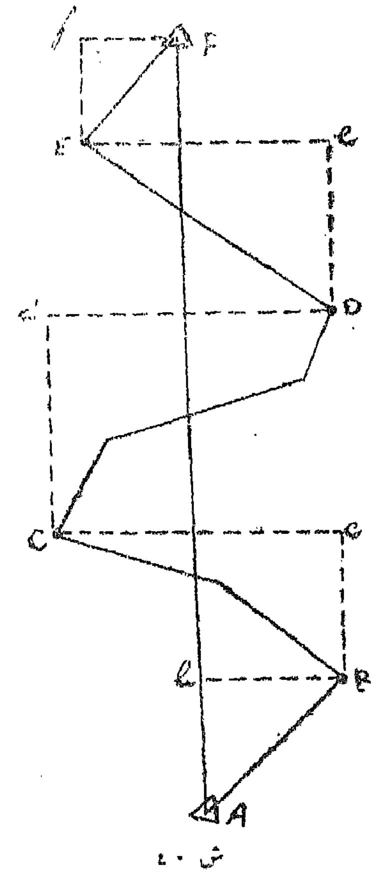
$$(۲) \qquad \sqrt{\Delta^2 + D\lambda^2}$$

و تخلف مجاز متناظره چنین میباشد :

$$(۳) \quad ۲,۵\sqrt{\Delta^2 + D\lambda^2}$$

۳۴) جبران خطاهای بست = ۱) تعین فورمولهای جبران =

پیمایشی راکه میاید بین دونقطه مثلثاتی P و Q درج شود در نظر میگیریم ش ۳۵ . در اثر



ش ۴۰

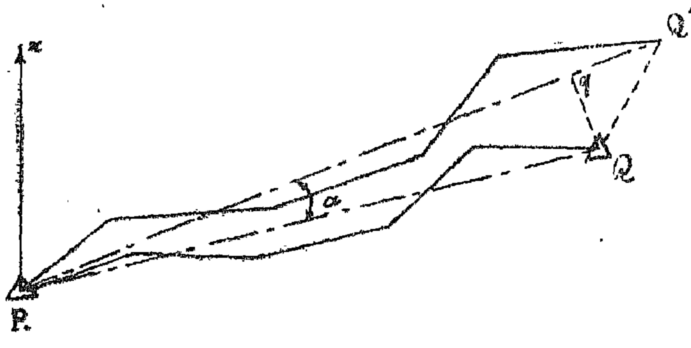
اندازه گیریهائی که انجام داده‌ایم نقطه نهائی پیمایش بوضع Q' قرار گرفته‌است . QQ' اندازه خطای کلی بست میباشد و f_x و f_y مولفه های آن بموزات محورهای x و y مختصات خواهندبود . وقتی این خطای بست مورد قبول واقع شد یعنی از حد اعلی خود (تخلف مجاز) تجاوز نکرد ، باید آنرا یا بطور صحیح تر مولفه های آنرا طوری توزیع نمود که مختصات نسبی x' و y' (حاصل ازنتایج سنجش های روی زمین) به مختصات نسبی جبران شدهٔ x و y صادق در روابط $\Sigma x = \Delta X$ و $\Sigma y = \Delta Y$ تبدیل گردند .

در پیمایش های اصلی (صفحه ۱۲ شکل ۲) **که تقریباً مستقیم الخط باشند و همچنین در پیمایش‌های فرعی** ، معمولا برای حذف این خطاها ، به تناسب اضلاع تصحیحات جبرانی روی مختصات نسبی رئوس وارد میسازند ؛ مثلا اگر ρ طول هر یك از اضلاع ، و x' و y' مختصات نسبی جبران نشده ، و x و y مختصات نسبی جبران شدهٔ هر راس باشد ، چنین خواهیم‌داشت :

$$
(۱)\quad
\begin{cases}
x = x' - f_x \dfrac{\rho}{\Sigma \rho} \\
y = y' - f_y \dfrac{\rho}{\Sigma \rho}
\end{cases}
$$

اما در پیمایش های اصلی که تقریباً کشیده نمی‌باشند (یعنی تقریباً مستقیم الخط نیستند) بکار بردن طریقه زیر بهتر است :

شکل ٤١ را در نظر میگیریم .



ش ٤١

اولاً طولهارا طوری تغییر میدهیم که انتهای Q' پس از تصحیح بوضع نقطه q در آید بقسمیکه $Pq = PQ = K$ باشد

ثانیاً تمام پیمایش را حول نقطه P باندازه زاویه α طوری دوران میدهیم که نقطه q بوضع نقطه Q بیاید .

بدین ترتیب پیمایش PQ' بوضع PQ در آمده وطولها وزیرمانها بحداقل خود تخفیف میابند. تصحیحات ، عدداً اجرا میشوند و روی مختصات نسبی زیر توزیع میگردند :

$$
(۲)\quad
\begin{cases}
x' = \rho \cos V \\
y' = \rho \sin V
\end{cases}
$$

چون از این روابط نسبت به ϱ و V دیفرانسیل بگیریم ، چنین میشود :

$$(۳)\quad \begin{cases} dx = d\varrho \cdot \cos V - \varrho \sin V \cdot dV \\ dy = d\varrho \cdot \sin V + \varrho \cos V \cdot dV \end{cases}$$

چون فرض کنیم $d\varrho = l \cdot \varrho$ و $dV = a$ باشد ، و این مقادیر را در روابط (۳) بریم و بروابط (۲) نیز توجه کنیم ، خواهیم داشت :

$$(٤)\quad \boxed{\begin{array}{l} dx = lx' - ay' \\ dy = ly' + ax' \end{array}}$$

وقتی ضرایب l و a معلوم باشند ، میتوان بموجب این روابط، dx و dy را حساب نمود، dx و dy تصحیحاتی هستند که باید به مختصات نسبی x' و y' (مختصات نسبی جبران نشده) وارد ساخت ، تا بمختصات نسبی جبران شده یعنی x و y تبدیل گردند . روابط (٤)را فورمولهای جبران میگویند .

۴) تعیین عددی و ترسیمی ضرایب l و a فورمولهای جبران == میتوان ضرایب تصحیح یا جبران l و a را ازراه محاسبه وترسیم پیدا نمود . مقادیراین ضرایب چنین میباشند :

$$(٥)\quad \boxed{\begin{array}{l} l = -\dfrac{f_x \Sigma x' + f_y \Sigma y'}{K'^2} \\ a = -\dfrac{f_y \Sigma x' - f_x \Sigma y'}{K'^2} \end{array}}$$

تعیین عددی — فرض میکنیم ΔX و ΔY اختلافات مختصات مطلق معلوم نقاط نهائی پیمایش باشند ؛ $\Sigma x'$ و $\Sigma y'$ مجموع مختصات نسبی جبران نشده‌ژوس پیمایش که از روی نتایج برداشت (عملیات) حساب شده‌اند ، باشند ؛ مجموع تصحیحات نظیر dx یا Σdx و نظیر dy یا Σdy که باید مرتبا به مختصات نسبی x' و y' جبران نشده اضافه گردند ، بالاخره باید مولفه های $f_x = \Sigma x' - \Delta X$ و $f_y = \Sigma y' - \Delta y$ خطای کلی بسته را صفر نمایند . پس باید مجموع‌های Σdx و Σdy با اختلافات f_x و f_y **مساوی و مختلف العلامه** باشند :

$$(٦)\quad \begin{cases} \Sigma dx = -f_x = \Delta X - \Sigma x' \\ \Sigma dy = -f_y = \Delta Y - \Sigma y' \end{cases}$$

از طرف دیگر میدانیم

$$\Sigma dx = dx_1 + dx_2 + \dots + dx_n$$
$$\Sigma dy = dy_1 + dy_2 + \dots + dy_n$$

چون بجای dx ها و dy ها مقادیر شانرا از روابط (٤) قرار دهیم و حاصل را خلاصه‌نمائیم

بالاخره نتیجه چنین میشود :

$$(۷)\quad \begin{cases} \Sigma d_x = l\Sigma x^- - a\Sigma y^- \\ \Sigma dy = l\Sigma y^- + a\Sigma x^- \end{cases}$$

بدین ترتیب دستگاهی ازدو معادله دومجهولی برحسب مجهولات l و a بدست میاید که جوابهای آنها پس از حل چنین میباشد :

$$l = \frac{\Sigma dx \,.\, \Sigma x^- + \Sigma dy \,.\, \Sigma y^-}{K^{-2}} \qquad a = \frac{\Sigma dy \,.\, \Sigma x^- - \Sigma dx \,.\, \Sigma y^-}{K^{-2}}$$

و چون $\Sigma dx = -f_x$ و $\Sigma dy = -f_y$ میباشند ، ضرایب تصحیح l و a که باید بکار برد چنین میگردند :

$$(۵)\quad \begin{cases} l = -\dfrac{f_x \,.\, \Sigma x^- + f_y \,.\, \Sigma y^-}{K^{-2}} \\ a = -\dfrac{f_y \,.\, \Sigma x^- - f_x \,.\, \Sigma y^-}{K^{-2}} \end{cases}$$

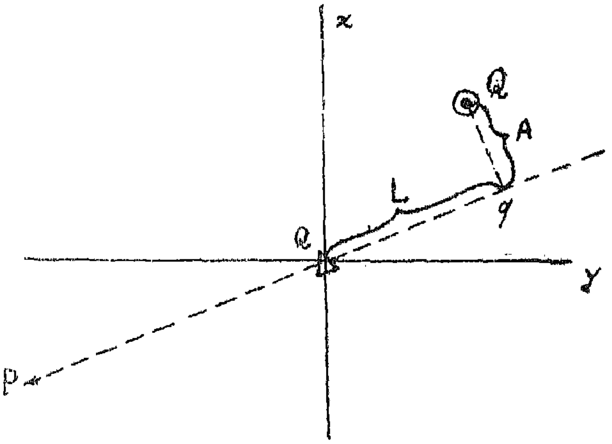
اینها ضرایبی هستند که باید در روابط (٤) قرار داد تا تصحیحات dx و dy بدست آیند و بعد این تصحیحات را به مختصات نسبی x^- و y^- اضافه نمود تا خطای بست صفر گردد یعنی پیمایش بین دو نقطه مثلثاتی درج شود

تبصره - وقتی مختصات رئوس یك پیمایش را با زاویه توجیه Θ حساب کرده باشیم ، ضرایب جبران l و a از دستورات زیر حساب میشوند :

$$(۸)\quad \begin{cases} l = -\dfrac{f_x \,.\, \Sigma x^- + f_y \,.\, \Sigma y^-}{K^{-2}} \\ a = -\dfrac{f_x \,.\, \Sigma y^- - f_y \,.\, \Sigma x^-}{K^{-2}} \end{cases}$$

تعیین ضرایب l و a از راه ترسیم = این طریقه‌ازطریقهٔعددی ساده‌ترمیباشد ومخصوصاً وقتی بتوانیم بیضی اغماض را رسم کنیم نیز سریع تر خواهد بود . درحالت مخالف کافیست ساختمان ترسیمی شکل ۳۷ § ۳۰ را فقط تا رسم خط تا محدود QP^- (ش۳۷) که نمایش امتداد QP پیمایش میباشد اجرا نمود ش ۴۲ .

حال از Q^- عمود Q^-q را بر QP وارد ساخته با مقیاس ترسیم ، طولهای L و A قطعات Qq و Q^-q را اندازه میگیریم : بعد درذهن یا بکمك یك خط کش محاسبه ، خارج قسمت های زیررا حساب میکنیم :



ش ٤٢

$$l = \frac{L}{K} \quad \text{و} \quad a = \frac{A}{K}$$

در این روابط K نمایش طول PQ میباشد که مقدار آن در صورت احتیاج مساوی زیر اختیار میشود،

$$K = \sqrt{(\Sigma x')^{2} + (\Sigma y')^{2}}$$

چون L و A نسبت به K خیلی کوچك میباشند ، پس میتوان کمیت های Q q و Qq شکل ٤٢ را متوالیا با کمیت‌های Qq و Q'q شکل ٤١ ، مساوی در نظر گرفت

۳) بطور خلاصه = ۱) ابتدا مولفه های f_X و f_Y خطای بست را از روابط زیر حساب کنید :

$$\begin{cases} f_X = \Sigma x' - \Delta X \\ f_X = \Sigma y' - \Delta X \end{cases}$$

۲) ـ پس از آنکه این خطاها موردقبول واقع شدند ، باید تصحیحاتی مساوی $-f_X$ و $-f_Y$ بنام جبران ، وارد سازیم تا بالاخره f_X و f_Y صفر گردند ؛ برای این منظور ابتدا $\Sigma x'$ و $\Sigma y'$ یعنی مجموع طولهای نسبی و عرض‌های نسبی را بدست آورید

۳) ـ بعد مقدار K'^{2} را که میتوان بعوض K^{2} مجذور ضلع مثلثاتی بکار برد از رابطه زیر حساب نمائید : (K طول ضلعی است که پیمایش باید بین دو انتهای آن درج شود)

$$K'^{2} = (\Sigma x')^{2} + (\Sigma y')^{2}$$

٤) ـ حال بکمك یك خط کش محاسبه ضرایب l و a را از روابط زیر (یا از

راه ترسیم) حساب کنید .

$$
(\text{۵}) \quad \left| \begin{array}{l} l = -\dfrac{f_x \Sigma x' + f_y \Sigma y'}{K^{'2}} \\[2ex] a = -\dfrac{f_y \Sigma x' - f_x \Sigma y'}{K^{'2}} \end{array} \right.
$$

۵ ـ بعد بموجب روابط (٤) ، تصحیحات dx_1 و dx_2 و ... و dx_n ؛ و dy_1 و dy_2 و ... و dy_n را که باید بمختصات نسبی رئوس وارد ساخت ، حساب نمائید

۶ ـ این تصحیحات کوچک را بطور جبری بمختصات نسبی جبران نشدهٔ رئوس یعنی x'_1 و x'_2 و ... و x'_n ؛ و y'_1 و y'_2 و ... و y'_n اضافه کنید تا بمختصات نسبی جبران شده یعنی x_1 و x_2 و ... و x_n ؛ و y_1 و y_2 و ... و y_n تبدیل گردند .

۷ ـ بالاخره برای آزمایش باید چنین داشته باشیم :

$$\Sigma x = \Delta X \quad \text{و} \quad \Sigma y = \Delta Y$$

یعنی خطای بست کاملا صفر باشد

۸ ـ بعد به محاسبهٔ مختصات مطلق که مجموع مختصات نسبی جبران شده است اقدام نمائید .

(رجوع بمثال و جدول شماره ۷ صفحه ۱۰۹)

ملاحظه ـــ در طریقه جبرانی که ذکر شد ، میتوان بدون هیچگونه تفاوت ، یا خطاهای کلی بست f_x و f_y را بکار برد یا آنکه اگر x' ها و y' ها قبلا باندازه خطای دستگاهی طولها تصحیح شده باشند ، فقط قسمت اتفاقی شان یعنی $f_x - \lambda \Sigma x'$ و $f_y - \lambda \Sigma y'$ را در نظر گرفت .

در حالت اول ، تصحیحات جبران را بمختصات نسبی جبران نشده یعنی x' و y' اضافه میکنند ؛ در حالت دوم این جبران ها را به x' ها و y' ها پس از آنکه باندازه خطای دستگاهی تصحیح شدند ، اضافه مینمایند .

جدول محاسبه ـــ محاسبات لازم برای تعیین مختصات رئوس یک پیمایش و جبران خطاهای بست آنرا ، معمولا بطور مرتب در جداولی یادداشت میکنند . این جداول را قبلا تهیه و خط کشی مینمایند جدول شماره ۷ نمونهٔ کاملی از آنها است . در این جدول مثالی راجع بطرز جبران بتوسط فورمولهای (۵) ذکر شده است .

ملاحظه ـ طرز جبرانی که بترتیب فوق گفته شد برای پیمایش‌های اصلی است یعنی پیمایشی که بین دو نقطه مثلثاتی درج شده باشد . اما وقتیکه پیمایش کوتاهتر باشد ، کافیست خطاهای بست f_x و

f_y را بوسیله تصحیحاتی متناسب با طولهای اضلاع طبق فورمول (۱) جبران نمود. اختلافات بین این دو طرز جبران چندان زیاد نمیباشند، مثلا در پیمایشی که بعنوان مثال در جدول شماره V اختیار شده است اختلافات دو طرز جبران مزبور در مختصات مطلق از ۳ سانتیمتر تجاوز نمیکند.

مثال ۹ = پیمایش ۴ - ۳ - ۲ - ۱ بین دو نقطه مثلثاتی معلوم ۱ و ۴ بمختصات مطلق معلوم زیر، درج شده است:

مختصات مطلق نقطه ۱ $\begin{cases} X_1 = - \text{ ۵۰۰٫۹۱ m} \\ Y_1 = - \text{ ۳۱۱٫۹۶ m} \end{cases}$

مختصات مطلق نقطه ۴ $\begin{cases} X_4 = - \text{ ۱۲۵٫۹۵ m} \\ Y_4 = - \text{ ۲۲۰٫۵۵ m} \end{cases}$

این پیمایش را بتوسط یك تاکئومتر برداشت کرده‌ایم. طولها و ژیزمانهای اضلاع آن که از اندازه گیریهای روی زمین نتیجه شده‌اند، پس از تصحیح و جبران بقرار زیر میباشند:

V_{1-2} = ۴۱٫۹۵۰ گ ρ_1 = ۱۹۳٫۸۲ m
V_{2-3} = ۱۴٫۶۷۲ گ ρ_2 = ۱۴۸٫۹۰ m
V_{3-4} = ۲۷۴٫۱۷۹ گ ρ_3 = ۱۰۸٫۳۶ m

مطلوبست مختصات مطلق رئوس این پیمایش و جبران خطای بست؟

محاسبات را در جدول شماره V یادداشت مینمائیم. در این جدول مقادیر معلوم را با اعداد درشت نوشته‌ایم.

۱ - در ستون اول جلوی خطوط افقی، نمرات رئوس پیمایش یا ایستگاه ها را یادداشت کرده‌ایم.

۲ - در ستون ۲ ژیزمان های جبران شده یا قطعی را نوشته‌ایم (مقادیر معلوم)

۳ - در ستون ۳ ژیزمانهای تحویل به ربع اول شده V' که cos و sin آن فقط از حیث قدر مطلق با cos و sin زاویه V مساویند، یادداشت شده‌اند.

۴ - در ستون ۴ طولهای اضلاع (مقادیر معلوم) یادداشت شده‌اند.

۵ - در ستون ۵ تمام محاسبات لگاریتمی یادداشت میگردند؛ اینها عبارتند از لگاریتم $\cos V'$ و لگاریتم ρ و لگاریتم $\sin V'$ که مرتبا زیر هم نوشته شده‌اند. از

جمع اولی و دومی ، لگاریتم x^- و از جمع دومی و سومی ، لگاریتم y^- بدست میایند

۶ ـ حال مرتباً x^- هاو y^- ها را از روی لگاریتم هاشان حساب نموده با علامات حقیقی شان (بموجب سرستون ۳) در ستونهای ۸ و ۱۲ بوضع ۱۲۹٫۵۲+ و ۱۴۴٫۹۶ + و ۹۹٫۵۷+ و بوضع ۱۰۰٫۳۰+ و ۳۴٫۰۱+ و ۴۲٫۷۵ — مینویسیم.

۷ ـ بعد در زیر ستونهای ۸ و ۱۲ خط کشیده مقادیر Σx^- = ۳۷۴٫۰۵ و Σy^- = ۹۱٫۵۶ را حساب مینمائیم.

۸ ـ در زیر ستونهای ۸ و ۹ و ستونهای ۱۲ و ۱۳ ، بترتیب مقادیر f_x و f_y را بموجب مقادیر معلوم Σx^- و Σy^- و $\Delta X = X_1 - X_4 =$ ۳۷۴٫۱۶ + و $\Delta Y = Y_1 - Y_4 =$ ۹۱٫۴۱ + ، حساب میکنیم ودرهمان زیر بوضع $_m$۰٫۱۱ − و $_m$۰٫۱۵ + یادداشت مینمائیم .

۹ ـ حال قسمت پائین جدول را به سه قسمت تقسیم میکنیم . در قسمت طرف چپ مقدار K^{-2} را از روی مقادیر لازمی که تا کنون بدست آورده‌ایم ، حساب مینمائیم درقسمت وسط ضریب l راحساب میکنیم .درقسمت طرف راست ضریب a راحساب میکنیم

۱۰ ـ بعد در ستونهای ۶ و ۷ مرتباً lx^- ها و ay^- − ها را برای تمام x^- ها و y^- ها حساب نموده بوضع ۲ + و ۳ + و ۲ + در ستون ۶ وبوضع ۵ + و ۱ + و ۲ − در ستون ۷ یادداشت مینمائیم . بهمین ترتیب در ستونهای ۱۰ و ۱۱ عمل میشود .

۱۱ ـ بعددرستونهای ۸و۱۲ بترتیب جبرانهای $(lx^- - ay^-)$ و $(ly^- + ax^-)$ را بمختصات نسبی جبران نشده x^- و y^- رئوس متوالی اضافه کرده حاصل را بوضع ۱۲۹٫۵۹ + و ۱۴۵٫۰۰ + و ۹۹٫۵۷ + در ستون ۸ ، و بوضع ۱۰۰٫۲۶ + و ۳۳٫۹۵ + و ۴۲٫۸۰ − در ستون ۱۲ مینویسیم .

۱۲ ـ بالاخره مختصات مطلق رئوس راکه مجموع مختصات نسبی جبران شده‌اند در ستونهای ۹ و ۱۳ یادداشت میکنیم .

(در اینجا X_o و Y_o که در دستورات کلی واقع در سر ستونها قرار دارند ، همان X_1 و Y_1 نقطه ۱ میباشند) .

مثال ۳ = پیمایش ۵ – ٤ – ۳ – ۲ – ۱ بین دو نقطه مثلثاتی معلوم ۱ و ۵ بمختصات مطلق معلوم زیر ، درج شده است :

نقطه ۱ X_1 = ۵۲۳٫٤۵ m
Y_1 = ۳۲٦٫۹۵ m

نقطه ۵ X_5 = ۸۹۲٫٦۰ m
Y_5 = ٤۹۰٫۲۱ m

این پیمایش را بتوسط یك تاکئومتر برداشت کرده‌ایم ، طولها و زوایای توجیه اضلاع آنکه از اندازه گیریهای روی زمین نتیجه شده‌اند ، پس از تصحیح و جبران ، بقرار زیر میباشند ،

θ_{1-2} = ۸۵٫۱٤ گ ρ_1 = ۱۰۲٫٦۳ m
θ_{2-3} = ۱۱۰٫۲۲ گ ρ_2 = ۱۵۳٫۸۵ m
θ_{3-4} = ۲۰٫۳٦ گ ρ_3 = ۹۲٫۸۷ m
θ_{4-5} = ۵۹٫۰۸ گ ρ_4 = ۱۱۰٫۱۳ m

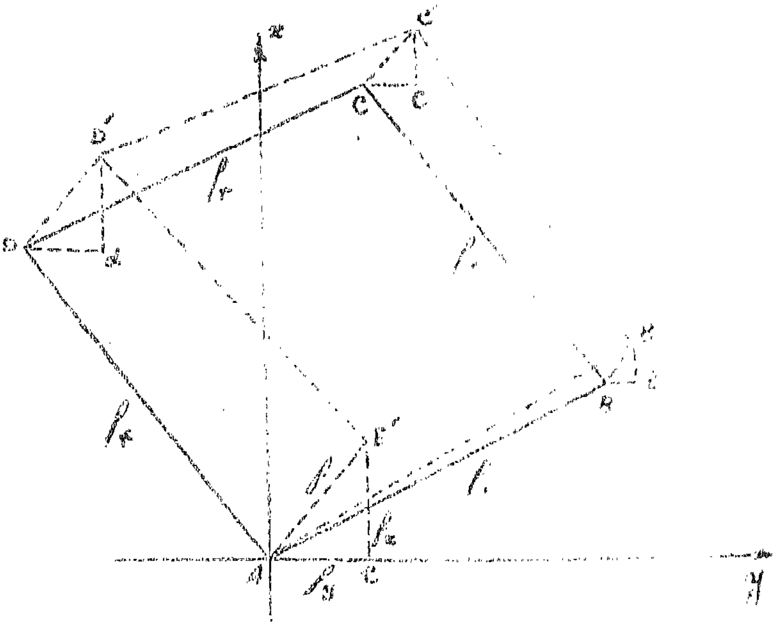
مطلوبست مختصات مطلق رئوس این پیمایش و جبران خطای بست .

محاسبات را در جدول شماره VI صفحه ۱۱۱ یادداشت مینمائیم . در این جدول مقادیر معلوم را با اعداد درشت نوشته‌ایم . شرح جدول عیناً مانند جدول شماره V است .

پیمایش مسدود

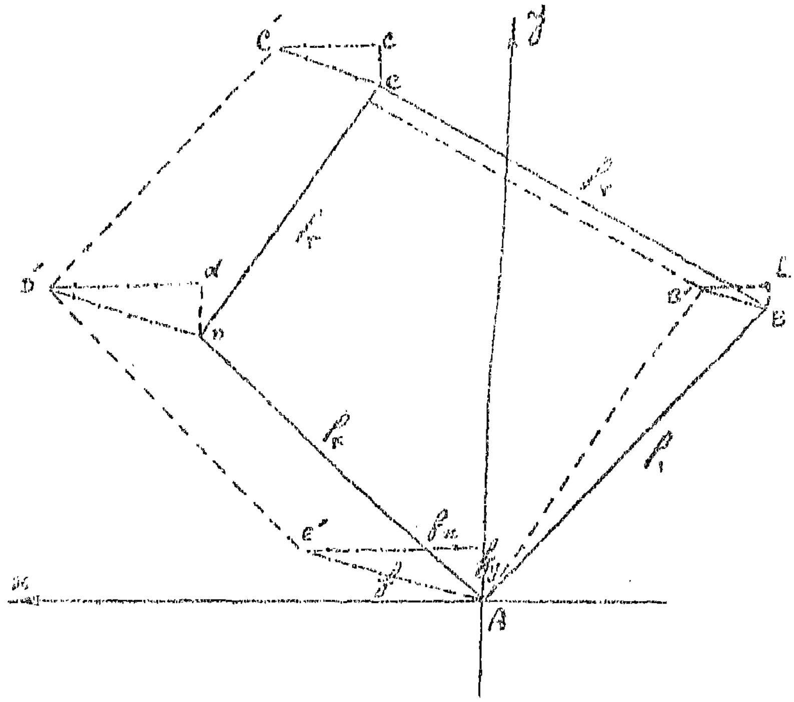
۳۵) تعیین خطای کلی بست - پیمایش مسدودیرا که بطور زاویه سنجی برداشت شده است ، درنظر میگیریم . درچنین پیمایشی ابتدا باید خطای بست زاویه‌ایرا حساب نموده و بعد آنرا بقسمتهای متساوی بین تمام زوایا توزیع کرد (صفحه ۲۰ § ۶) ؛ باین ترتیب خطای بست زاویه‌ای کاملاً از بین میرود . بعد بکمک این زوایای تصحیح شده ژیزمانها یا زوایای توجیه اضلاع پیمایش را حساب مینمائیم (§ ۱۴ دستورات ۳ و ۴ یا ۹ و ۱۰) . بعد مختصات نسبی جبران نشده $\bar{X}$ و $\bar{Y}$ را برای تمام رئوس حساب میکنیم .

در یک پیمایش مسدود نقطه مبداء و نقطه انتها بر هم منطبق میباشند ، پس اگر عملیات بدون خطا انجام گرفته باشد باید مجموع جبری طولهای نسبی $\Sigma \bar{X}$ و مجموع جبری عرض های نسبی $\Sigma \bar{Y}$ صفر باشند ش ۴۳ یا ش ۴۴



ش ۴۳

محاسبه مختصات بکمک ژیزمانهای اضلاع



ش ۴۴

(محاسبه مختصات بکمک زوایای توجیه اضلاع)

$\Sigma x' = 0$ و $\Sigma y' = 0$

اما معمولا چنین نیست و $\Sigma x'$ و $\Sigma y'$ صفر نمیباشند ، بلکه بترتیب عبارتند از مولفه های خطای کلی بست $f = AE'$ بموازات محورهای x و y مختصات :

$$\Sigma x' = f_x \qquad \Sigma y' = f_y$$

و $f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$ خطای کلی بست .

۳۶) توزیع خطای کلی بست — تئوری توزیع عددی خطای بست یک پیمایش مسدود مانند تئوری توزیع عددی یک پیمایش باز که شرح دادیم نمیباشد ، چه اگر در طول ضلعی از یک پیمایش مسدود خطائی دستگاهی مرتکب شویم ، تاثیری در خطای کلی بست و شکل پیمایش نخواهد داشت بلکه فقط مقیاس نقشه تغییر میکند . همچنین اگر در توجیه پیمایش خطائی وجود داشته باشد باز در خطای بست تاثیری ندارد ! از این دو نکته تقریبا باید نتیجه گرفت که نمیتوان تئوری توزیع خطای بست در یک پیمایش محصور بین دو نقطه را عینا برای یک پیمایش مسدود بکار برد . پس برای توزیع خطای بست در یک پیمایش مسدود چه باید کرد ؟

برای حالت استثنائی یک پیمایش مسدود و مجزا ، **طریقه توزیع موازی** را که در صفحه ۲۷ § ۱۰ بیان کردهایم . **اینک از راه محاسبه عدداً اجرا نموده و آنرا بعنوان**

تئوری توزیع عددی خطای بست یک پیمایش مسدود در نظر میگیریم . فرض میکنیم پیمایش را از راه ترسیم بکمک اندازه‌هائی که هنگام برداشت (در زمین) بدست آورده‌ایم ، روی کاغذ بوضع A'B'C'D'E نقل کرده باشیم (شکل ۴۳ یا ۴۴) . درطریقه توزیع موازی باید هر راس B' و C' و D' و E' را روی خطی بموازات خطای بست E'A بمقداری متناسب با فاصله‌اش در طول پیمایش از مبداء A، تغییر مکان داد . این تغییر مکانها عبارتند از B'B و C'C و D'D و E'E . حال میخواهیم بدانیم که همین توزیع را از راه محاسبه چگونه باید انجام داد .

فرض میکنیم ρ_1 و ρ_2 و ρ_3 و ρ_4 طولهای اضلاع پیمایش باشند . تغییر مکانهای مزبور عبارتند از :

$$(1) \qquad B'B = f\frac{\rho_1}{\Sigma\rho}$$

$$(2) \qquad C'C = f\frac{\rho_1+\rho_2}{\Sigma\rho}$$

$$(3) \qquad D'D = f\frac{\rho_1+\rho_2+\rho_3}{\Sigma\rho}$$

$$(4) \qquad E'A = f\frac{\Sigma\rho}{\Sigma\rho} = f$$

حال تصاویر خطوط B'B و C'C و D'D و . . . . را در امتداد محورهای مختصات تعین میکنیم . این تصاویر عبارتند از تصحیحات B'b و C'c و D'd و . . . . طولها و تصحیحات bB و cC و dD و . . . . عرض ها (ش ۴۳ یا ش ۴۴) . هریك از مثلثات قائم‌الزاویه B'Bb و C'Cc و D'Dd با مثلث E'Ae متشابه‌میباشد . مثلا از تشابه دومثلث B'Bb و E'Ae بارعایت جهات خطوط چنین نتیجه میشود :

$$\frac{B'b}{E'e} = \frac{bB}{eA} = \frac{B'B}{E'A}$$

از این رابطه تصحیحات جبران در راس B یعنی B'b و bB بدست میایند :

$$B'b = E'e\frac{B'B}{E'A} \quad \text{و} \quad bB = eA\frac{B'B}{E'A}$$

حال تصحیحات جبران B'b و bB را بترتیب به dx_1 و dy_1 نمایش میدهیم و بجای B'B مقدارش را از رابطه (۱) قرار میدهیم . آنوقت بارعایت آنکه تصحیحات جبران باید حتما با مولفه‌های خطای بست که مقصود صفر کردن آنهاست ، مختلف‌العلامه باشند ($E'e = -f_x$ و $eA = -f_y$) چنین خواهیم داشت

$$dx_1 = -\frac{f_x}{\Sigma\rho}\cdot\rho_1 \qquad dy_1 = -\frac{f_y}{\Sigma\rho}\cdot\rho_1$$

همینطور در راس c تصحیحات جبران $C^{\prime}c$ و cC را بترتیب به dx_{2} و dy_{2} و در راس D تصحیحات جبران $D^{\prime}d$ و dD را بترتیب به dx_{3} و dy_{3} نمایش میدهیم و همینطور . . . . آنوقت بموجب تشابه مثلثات و در نظر گرفتن روابط (۲) و (۳) و (٤) ، برای رئوس C و D چنین خواهیم داشت .

در راس C
$$\begin{cases} dx_{2} = Cc = -\dfrac{f_{x}(\varrho_{1}+\varrho_{2})}{\Sigma\varrho} = B^{\prime}b - \dfrac{f_{x}}{\Sigma\varrho}\varrho_{2} \\ dy_{2} = cC = -\dfrac{f_{y}(\varrho_{1}+\varrho_{2})}{\Sigma\varrho} = bB - \dfrac{f_{y}}{\Sigma\varrho}\varrho_{2} \end{cases}$$

تصحیحات جبران در راس C
$$\begin{cases} dx_{2} = dx_{1} - \dfrac{f_{x}}{\Sigma\varrho}\varrho_{2} \\ dy_{2} = dy_{1} - \dfrac{f_{y}}{\Sigma\varrho}\varrho_{2} \end{cases}$$

و در راس D چنین است :

تصحیحات جبران در راس D
$$\begin{cases} dx_{3} = dx_{2} - \dfrac{f_{x}}{\Sigma\varrho}\varrho_{3} \\ dy_{3} = dy_{2} - \dfrac{f_{y}}{\Sigma\varrho}\varrho_{3} \end{cases}$$

و همینطور . . . .

قاعده عملی — ابتدا با خط کش محاسبه نسبت های $K_{x} = -\dfrac{f_{x}}{\Sigma\varrho}$ و $K_{y} = -\dfrac{f_{y}}{\Sigma\varrho}$ را حساب کنید . بعد تصحیحات جبرانی را که بالاخره باید در طولهای نسبی و در عرض های نسبی رئوس بکار برد ، بترتیب زیر حساب نمائید .

برای ضلع اول :	$dx_{1} = K_{x}\varrho_{1}$	$dy_{1} = K_{y}\varrho_{1}$
برای ضلع دوم :	$dx_{2} - dx_{1} = K_{x}\varrho_{2}$	$dy_{2} - dy_{1} = K_{y}\varrho_{2}$
برای ضلع سوم :	$dx_{3} - dx_{2} = K_{x}\varrho_{3}$	$dy_{3} - dy_{2} = K_{y}\varrho_{3}$

بطور خلاصه برای بدست آوردن این تصحیحات ، حاصلضرب های ضریب‌های K_{x} و K_{y} را در طولهای ϱ_{1} و ϱ_{2} و ϱ_{3} و . . . . اضلاع ، حساب نمائید .

بطور کلی اگر ϱ_{z} نمایش طول ضلع ردیف z پیمایش محدود باشد ، تصحیحات جبران مربوط باین ضلع چنین اند :

(۵) $dx_r = K_x \cdot \rho_r$ $dy_r = K_y \cdot \rho_r$

مختصات نسبی جبران شده از روابط زیر بدست میآیند .

(٦) $x = x' + dx_r$ $y = y' + dy_r$

مختصات مطلق مجموع جبری مختصات نسبی جبران شده خواهد بود و پیش از محاسبه آنها باید تحقیق کنیم که $\Sigma x = 0$ و $\Sigma y = 0$ باشند

مثال۳ – پیمایش مسدود ۱ ـ ٤ ـ ۳ ـ ۲ ـ ۱ را درنظر میگیریم . این پیمایش را بتوسط یك تاکئومتر برداشت کرده‌ایم . طولها و **زوایای توجیه** اضلاع آن که از اندازه گیریهای روی زمین نتیجه شده‌اند ، پس ازتصحیح وجبران ، بقرار زیر میباشند:

$\rho_1 =$ ۲۰۵٫۲٦ متر $\theta_{1-2} =$ ۱۸۵٫۱٤ گ

$\rho_2 =$ ۱۵۳٫۸۵ متر $\theta_{2-3} =$ ۸۹٫۷۸ گ

$\rho_3 =$ ۱۸۵٫۷٤ متر $\theta_{3-4} =$ ۳۷۹٫٦٤ گ

$\rho_4 =$ ۱٤۱٫۱۳ متر $\theta_{4-1} =$ ۲۹۹٫۵٤ گ

مختصات مطلق مبداء این پیمایش (رأس۱)معلوم و مساوی $X_1 =$ ۳۲٦٫۳۷m و $Y_1 =$ ٤۵۲٫۰۸m میباشد . مطلوبست مختصات مطلق سایر رئوس و جبران خطای بست

نتایج عملیات و محاسبات در جدول VII صفحه ۱۱۹ که قبلاً آنرا خط کشی و تهیه کرده‌ایم ، یادداشت میکنیم : دراین جدول مقادیر معلوم را با اعداد درشت نوشته‌ایم . سایر مقادیر ، حساب شده میباشند .

درستون (۱) رئوس پیمایش درجلوی خطهای افقی یادداشت شده‌اند . در ستون ۲ زوایای توجیه جبران شده یا قطعی یادداشت‌میشوند (ممکنست این‌زوایای توجیه از روی زوایای نقشه برداری بموجب طریقه سابق یا جدید اندازه گرفته شده باشند یا آنکه پیمایش منحرفه بوده باشد) .

درستون ۳ زوایای توجیه تحویل بربع اول شده نوشته میشوند ، درسراین ستون علامتی که باید برحسب مقادیر مختلفهٔ θ به x و y نسبت داده شوند یاد داشت

شده‌اند .

در ستون ٤ طولهای افقی ρ اضلاع پیمایش را یادداشت میکنیم و بعد در زیر آن مجموع $\Sigma\rho =$ ۶۸۵٫۹۸ را فوراً حساب کرده مینویسیم .

درستون ٥ کلیه محاسبات لگاریتمی و مجموع آنها بترتیبی که دیده میشود نوشته میشوند .

ستونهای ٦ و ۷ و ۸ و ۹ هرچهار تامخصوص محاسبه طولها میباشند درستون ٦ مقادیر x' را از روی لگاریتم‌هاشان استخراج کرده یادداشت مینمائیم ؛ بعد در زیر همین ستون مجموع $\Sigma x' = f_x$ یعنی مولفه موازی محور x خطای بست را حساب مینمائیم و آن مساوی ۰٫۱۸m — میباشد ؛ بعد فوراً درستون ۱٤ ملاحظات ، ضریب جبران K_r را حساب میکنیم .

درستون ۷ مقادیر جبران باندازه توزیع خطای بست برای هر ضلع یادداشت میشوند یعنی ضریب K_x را در ρ ها ضرب کرده نتایج را مینویسیم .

درستون ۸ طولهای نسبی جبران شده یادداشت میکردند یعنی هر جبران $K_x \cdot \rho$ را به x' مربوطه اضافه کرده حاصل را مینویسیم . تا اینجا تمام مقادیریکه متعلق به اضلاع بودند مابین خطهای افقی نوشته شدند .

حال طولهای مطلق را حساب کرده درستون ۹ جلوی خطوط افقی یعنی جلوی رئوس ۱ و ۲ و ۳ و . . . . مینویسیم . ستون‌های بعد ۱۰ و ۱۱ و ۱۲ و ۱۳ مخصوص محاسبه عرض‌ها میباشد و عین ستونهای x ها تکرار میشود .

۳۶) پیمایش‌هائیکه از چند نقطهٔ معلوم صادر شده و در یک نقطهٔ گرد بهم میرسند = شکل ۲۷ صفحهٔ ۵۷ را در نظر میآوریم . دراین شکل پیمایش‌هائی از نقاط معلوم A و B و C و . . . صادر شده و در نقطه گرهٔ N بهم میرسند . درهریک ازاین پیمایش‌ها ابتدا مختصات نسبی جبران نشده رئوس را حساب مینمائیم و بعد آنها را باهم جمع میکنیم. چون درهر پیمایش حاصل جمع مختصات نسبی رئوس را بمختصات کلی معلوم نقطه عزیمت اضافه نمائیم مختصات کلی نقطه گره N از راه آن پیمایش بدست میاید . بدین ترتیب برای نقطه N ، به تعداد پیمایش‌ها مقادیر X و Y مختصات مطلق خواهیم داشت مثلا :

از راه اولین پیمایش صادر از A :

$$X_1 = X_A + \Sigma x_1 \quad و \quad Y_1 = Y_A + \Sigma y_1$$

از راه دومین پیمایش که از نقطه B صادر میشود :

$$X_2 = X_B + \Sigma x_2 \quad و \quad Y_2 = Y_B + \Sigma y_2$$

از راه سومین پیمایش صادر از C :

$$X_3 = X_C + \Sigma x_3 \quad و \quad Y_3 = Y_C + \Sigma y_3$$

و همینطور . . .

هرگاه p_1 و p_2 و . . . و p_n وزن‌هائی باشند که میباید به پیمایش‌های اول و دوم و . . . و n ام نسبت دهیم ، میتوانیم با در نظر گرفتن این وزن‌های نظری ، مختصات متوسط نقطه گره N یعنی X_m و Y_m را بدست بیاوریم . برای تعیین این زمان درهر پیمایش خطاهای متوسط طولی E (§۳۱) وعرضی $\triangle$ (§۳۲) را حساب کرده و بعد منتجه آنها را از روابطه زیر تعیین میکنیم .

$$R = \sqrt{E^2 + \triangle^2}$$

بعد وزن‌های نامبرده را از روابط زیر حساب مینمائیم :

$$p_1 = \frac{1}{R_1^2} \quad و \quad p_2 = \frac{1}{R_2^2} \quad و \; . \; . \; . \; . \; و \quad p_n = \frac{1}{R_n^2}$$

و آنوقت مختصات متوسط معدل نقطه گره N چنین خواهد بود .

$$X_m = \frac{p_1 . X_1 + p_2 . X_2 + ... + p_n . X_n}{p_1 + p_2 + ... + p} = \frac{\Sigma(p.X)}{\Sigma p}$$

$$Y_m = \frac{p_1 . Y_1 + p_2 . Y_2 + ... + p_n . X_n}{p_1 + p_2 + ... + p_n} = \frac{\Sigma(p.Y)}{\Sigma p}$$

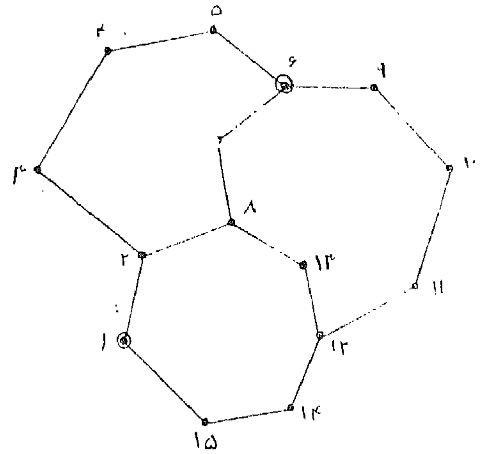
بعد خطاهای بست هر پیمایش را نسبت به نقطه متوسط از روابط زیر حساب مینمائیم .

$$f_{x_1} = X_1 - X_m \quad f_{x_2} = X_2 - X_m \; . \; . \; . \; . \; . \; f_{x_n} = X_n - X_m$$

$$f_{y_1} = Y_1 - Y_m \quad f_{y_2} = Y_2 - Y_m \; \ldots\ldots \; f_{y_n} = Y_n - Y_m$$

بالاخره جبران و محاسبه مختصات برای هریك از پیمایش‌ها ، مانند پیمایش محصور بین دو نقطه که سابقا دیدیم صورت میگیرد .

۳۷) شبکه مستقلی از پیمایش‌های مسدود – شبکه موجود در شکل ۲۸ صفحه ۶۳ را در نظر میگیریم . در این شبکه راس ۲ را (مثلا) بمنزله نقطه اولیه انتخاب کرده و مختصات آنرا معلوم در نظر میگیریم ؛ ممکنست مختصات نقطه اولیه صفر ($X_2 = 0$ و $Y_2 = 0$) یعنی این نقطه بمنزله مبداء مختصات اختیار شود که مختصات سایر رئوس مثبت باشد .



چون از نقطه اولیه انتخابی عزیمت کنیم میتوانیم مختصات یك راس خیلی دور (مثلا ۹ را) متوالیا از راه مسیرهای ۹–۶–۵–۴–۳–۲ و ۹–۶–۷–۸–۲ و ۹–۱۰–۱۱–۱۲–۱۴–۱۵–۱–۲ تعیین نمائیم .

شکل ۲۸ (نقل از صفحه ۶۳)

برای محاسبه طول و عرض متوسط ، میتوان وزن‌ها را یا از خطاهای متوسط مسیرهای مختلفه مزبور ، یا آنکه از روی تعداد اضلاع پیمایش بدست آورد.

پس از آنکه مختصات نقطه ۹ بترتیب فوق معلوم شد میتوانیم طبق همین اصل مختصات یك نقطهٔ گرهٔ مرکزی را حساب نمائیم و برای این منظور کافیست مسیرهای ۸–۲ و ۸–۷–۶–۹ و ۸–۱۳–۱۲–۱۱–۱۰–۹ را انتخاب کنیم . بهمین ترتیب آنقدر عملیات را تعقیب میکنیم تا مختصات متوسط تمام نقاط گره بدست آیند . معمولا محاسبه این مقادیر متوسط در جدولی که قبلا تهیه میکنیم اجرا میشود .

بالاخره بین دو نقطه گره ، پیمایشی که از یکی بدیگری میرود مانند پیمایش محصور بین دو نقطه مورد جبران قرار میگیرد. اما معمولا محض اختصار محاسبه، خطاهای بست f_X و f_Y را به تناسب طولهای اضلاع توزیع میکنیم .

ملاحظه دربارهٔ یك پیمایش منفرد و مسدود – همانطور که در درس پیش در مورد محاسبه ژیزمانها وزوایای توجیه اضلاع یك پیمایش گفتیم ، میتوان یك پیمایش مسدود (مثلا پیمایش شکل ٤٤) را اجتماعی از دو پیمایش باز ABC و ADC محصور بین دو نقطه A و C در نظر گرفت . پس طریقه کلی محاسبه پیش درباره آن صادق خواهد بود معذالك ساده‌تر آنست که بترتیب زیر که در § ۳۵ به تفصیل ذکر شد ، عمل کنیم :

هرگاه $\Sigma x'$ و $\Sigma y'$ متوالیاً مجموع‌های طول‌های نسبی و عرض‌های نسبی برای تمام پیمایش ABCDE باشد ، باید چنین داشته باشیم :

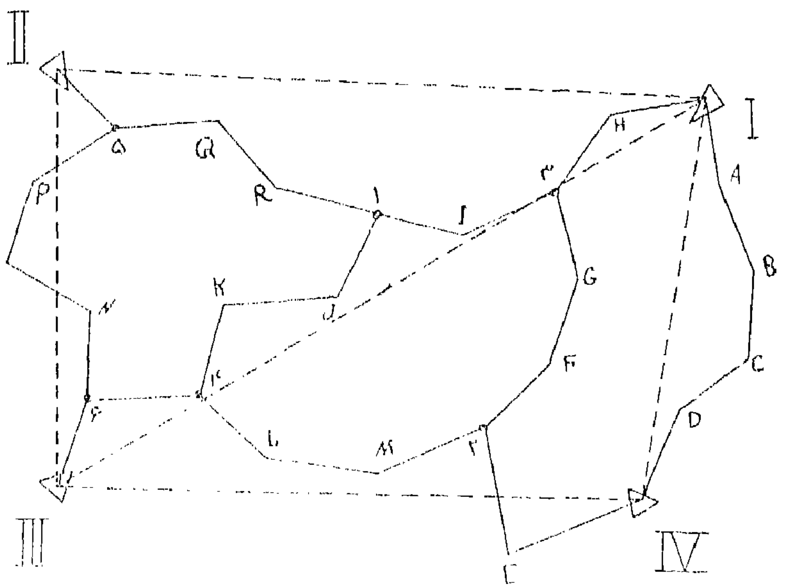
$$\Sigma x' = 0 \quad \text{و} \quad \Sigma y' = 0$$

اما در اثر وجود خطاهای مشاهده و قرائت‌ها ، معمولا دو مقدار باقیمانده زیر پیدا میشود (§ ۳۵) .

$$\Sigma x' = f_x \quad \text{و} \quad \Sigma y' = f_y$$

این مقادیر باقیمانده عبارتند از مولفه‌های خطای بست AE' کثیرالاضلاع ، بموازات محورهای مختصات . همانطور که در §۳۶ دیدیم f_x و f_y را به تناسب طول اضلاع روی مختصات نسبی توزیع مینمائیم .

۳۸) تعمیم = میتوان حالات پیش را درحالت شبکه مختلطی از پیمایش‌هائیکه بین نقاط مثلثاتی یك مثلث‌بندی محصور میباشند ، مجتمع درنظر گرفت (شکل ۴۵) . دراین شکل



ش ۴۵

چهار نقطه مثلثاتی I و II و III و IV وجود دارد. گره‌های پیمایش‌ها بتوسط اعداد نمره گذاری شده‌اند .

چون کروکی (طرح) این شبکه را خوب مورد بازرسی قرار دهیم نکات زیر را متوجه میشویم :

۱ــ پیمایش I-C-IV درطبقه پیمایش‌هائیست که بین دو نقطه معلوم و محصور گردیده است و مثل همانها حساب میشود .

۲ــ سایر پیمایش‌ها تشکیل شبکه‌ای را میدهند که ما بین یکعده نقاط معلوم درج شده‌است محاسبات را درنظمی که بتوسط جدول راهنمای زیر نشان داده میشود تعقیب میکنیم؛ برای اجراء این محاسبات و برای تثبیت وضع هر نقطه گره ، از پیمایش‌هائیکه حتی‌المقدور کوتاه‌اند و تعداد اضلاعشان زیاد تفاوت ندارند ، استفاده مینمائیم .

جدول راهنما برای محاسبه مختصات متوسط نقاط گره شبکه کوچك شکل ۴۵

ملاحظات	تعداد اضلاعی که در محاسبه دخالت میکنند	مسیریکه از آن استفاده کرده‌ایم	نقاط عزیمت	نقاط گره که باید حساب شود
میتوان مسیر چهارمی که از IV عزیمت کند (۱-۳-۲-IV یا ۱-٤-۲-IV) بکار برد ، اما این مسیر چهارم از طرفی با مسیرهائیکه در نظر گرفته شده است ، ۲ یا ۳ ضلع مشترک دارد و از طرف دیگر بعلت تعداد کلی اضلاعی که باید بکار برده شود (۷ یا ۸ تا) وزن آن ضعیف خواهد بود و بالنتیجه وضع متوسطی که برای نقطهٔ ۱ حساب میشود بمقدار کمی که چندان محسوس نیست تغییر خواهد کرد	٤	۱—۳—۱	I	۱
	٤	II—٥—۱	II	
	٥	III—٦—٤—۱	III	
	۲	VI—E—۲	IV	۲
	٥	I—۳—۲	I	
	٥	III—٦—٤—۲	III	
	۲	I—۳	I	۳
	۲	۱—۳	۱	
	۳	۲—F—G—۳	۲	
	۲	III—٦—٤	III	٤
	۳	۱—J—K—٤	۱	
	۳	۲—M—L—٤	۲	
برای نقطهٔ نمرهٔ ٥ و مخصوصاً برای نمرهٔ ٦ ، باید پیش بینی نمود که در نظر گرفتن مسیر سوم ، مقدار متوسط دو نتیجه حاصل از دو مسیر اول را تغییر نخواهد داد .	۱	II—٥	II	٥
	۳	۱—R—Q—٥	۱	
	٥	III-٦-N-O-P-٥	III	
	۱	III—٦	III	٦
	۱	٤—٦	٤	
	٤	٥-P-O-N-٦	٥	

وقتی مختصات متوسط یاجبران شدهٔ تمام نقاط گره معین گردیدند ، هرقطعه پیمایشی که مستقیماً دوتا ازاین نقاط ، بایك نقطه مثلثاتی ویك نقطه گره (مثلا ۳-G-F-۲ بین ۲و۳، یا ۲-E-IV، بین IVو۳) را بهم وصل میکند ، مانند پیمایش محصور بین دو نقطه معلوم مورد جبران قرار میگیرد وتوزیع خطای بست بطور کلی به تناسب طول اضلاع اجرا میشود .

۴۹) مفید بودن محاسبه خطاهای بست در مختصات تمام کثیرالاضلاع های مسدود یك شبکه — مانند آنچه که درمورد ژیزمانهای (§۲۶) گفتیم در شبکه ایکه بیش از ۲ یا ۳ کثیرالاضلاع مسدود دارد ، برای کنترل و تجسس غلطها ، مفیدتر آنست که پیش از اقدام به محاسبات مربوط به جبران خطاهای بست بطریقی که ذکر کردیم ،خطاهای بست هر کثیرالاضلاع را بطور جداگانه تعیین کنیم :

$$f_x = \Sigma x' \quad \text{و} \quad f_y = \Sigma y'$$

برای تشکیل $\Sigma x'$ ها و $\Sigma y'$ ها سعی میکنیم تمام محیطهای کثیرالاضلاعها رادریك جهت معین طی کنیم ؛ بعداگرجهت طی پیمایش درجدول محاسبه مختصات همان جهتی باشد که برای کثیرالاضلاع اختیار کرده‌ایم ،آنوقت به x' ها و y'ها علاماتی میدهیم که درجدول محاسبه مختصات دارا میباشند؛ درحالت مخالف این علامات را تغییر خواهیم داد . پس می بینیم که درهرقطعه پیمایشی که بین دو کثیرالاضلاع مجاور مشترك میباشد ، x' ها و y' هادارای علامات مخالف اند . مانند آنچه درمورد ژیزمانها گفته شد ، دو خطای بست غیرعادی که با علامات مخالف در دو کثیرالاضلاع مجاورظاهر گردند ، درقسمت مشترك اند و کثیرالاضلاع غلطی راآشکار میسازند (به جدول شماره IX رجوع کنید ؛ دراین جدول مثالی راجع بمحاسبه خطاهای بست در Xو Y یك کثیرالاضلاع ذکر شده است) .

جدول شماره IX خطاهای بست کثیر الاضلاعها در X و در Y کثیر الاضلاعها (مربوط بشکل ۴۹)

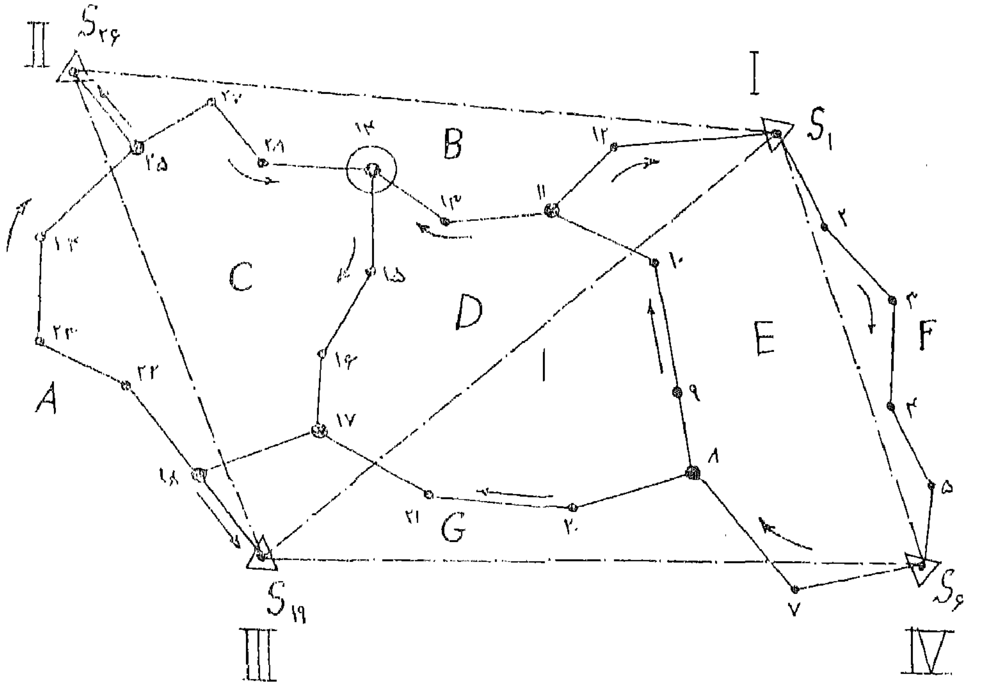
کثیر الاضلاع (۱)	قطعه پیمایشهای محصور بین دو کثیر الاضلاع	جهت برداشت	مجموع طولهای اضلاع در هر قطعه پیمایش (بر حسب متر) D	مجموع طولهای جزئی جبران نشده در هر قطعه $\Sigma x'$ +	$\Sigma x'$ −	مجموع عرضهای جزئی جبران نشده در هر قطعه $\Sigma y'$ +	$\Sigma y'$ −
				m	m	m	m
D	DE	↑	۴۲۱ m		۳۷۴ر۰۵		۹۱ر۵۶
	DG	↓	۴۰۲	۱۰۸ر۳۰			۳۳۱ر۱۸
	CD	↑	۳۵۵	۲۵۳ر۸۲		۲۰۱ر۱۴	
	BD	↑	۲۵۰	۱۱ر۶۱		۲۲۱ر۸۴	
مجموع			$\Sigma D =$ ۱۴۲۸	۳۷۳ر۷۳	۳۷۴ر۰۵	۴۲۲ر۹۸	۴۲۲ر۷۴
		خطاهای بست			۰ر۳۲ −	۰ر۲۴ +	

۰ر۴۵m = ۰ر۱۲ $\sqrt{}$ ۱۴ر۲۸ = ۰ر۱۲ $\sqrt{\Sigma D^{hm}}$. ۰ر۱۲m = t (۲) تخلف مجاز یکه معمولا برای X و Y در نظر میگیرند

(۱)ـ شکل ۴۶ (۲) ـ m علامت متر و hm علامت هکتومتر است

۵۰) سنجشهای مرتب برای اجراء محاسبات یك کثیر الاضلاع بندی. کانوای کثیر الاضلاع بندی = برای آنکه بتوانیم محاسبات مربوط به یك کثیر اضلاع بندی مهم را باسرعت و اطمینان اجرا کنیم، لازمست تشکیلات مرتبی با استفاده از جداول مخصوصی که قبلا چاپ یا خط کشی کرده‌اند. درنظر بگیریم.

نخست باید از وضع کثیر الاضلاع بندی، یك کانوای تقریبی بامقیاس کوچك ($\frac{1}{5000}$ و $\frac{1}{10000}$) ترتیب دهیم، این کانوا را بکمك آزیموتهای مغناطیسی که حین برداشت اندازه گرفته ودر دفترچه خود یادداشت نموده‌ایم تهیه میکنیم ودر آن دقت تعیین امتدادهای اضلاع، باتقریب یك گراد کافی میباشند نقاط مثلثاتی را درصورتیکه موجود باشند، با علامات مثلث کوچك و



ش ٤٦ ـ مثال راجع بکانوای یك کثیر الاضلاع بندی (بمقیاس ۱/۱۰۰۰۰)

مرکزهای توجیه را با دوایر گرد △ نمایش نقاط مثلثاتی E و F حروفی که یك کثیر اضلاع یا یك منطقه محیطی را تعیین میکند ⊖ نمایش مرکزهای توجیه میباشند. DE قطعه پیمایشی که بین دو کثیر الاضلاع D و E مشترك میباشد

⇅ جهت برداشت برای یك قطعه پیمایش

کوچك نمایش میدهیم ؛ رئوس کانوا را با اعداد و هر کثیر الاضلاع مسدود یا هر منطقه محیطی محصور بین دو نقطه مثلثاتی را با یك حرف نشان میدهیم . برای اجراء محاسبات که بنا به فرض بر طبق طریقه جدید اجرا میشوند ، جداولی تشکیل داده و ستونهای این جدول را بترتیب زیر پر میکنیم:

۱ ـ جدول نمونه III صفحهٔ ٦٠ را تشکیل داده درقسمت اول آن (ستونهای ۱ و ۲ و ۳ و ٤ و ٥) برای هرقطعه پیمایش تصحیحات موقتی ایستگاهها را برطبق طریقه انتقال توجیه ، یادداشت نمائید .

۲ ـ جدولی مطابق جدول صفحه ٦٩ ترتیب داده در آن خطای بست زاویه‌ای کثیر الاضلاعها را یادداشت کنید .

۳ ـ در صورتیکه لازم باشد جدولی مطابق نمونه XII (جزوه دوم : بخش مثلث بندی) ترتیب داده ودر آن برای هر ایستگاهی که دریك نقطه گره یا در نقطه‌ای

شبیه بنقطه گره اختیار میشود ، تصحیح متوسط ژیزمان را حساب مینمائیم

٤ ـ درقسمت‌دوم‌جدول‌نمونه III (ستونهای ٦ و۷ و۸) ژیزمانهای جبران شده را یادداشت مینمائیم .

۵ ـ محاسبات‌مربوط به‌مختصات‌نسبی‌جبران نشده رئوس پیمایش‌ها را (قطعه بقطعه) درقسمت اول (ستونهای ۱ تا ۵ و ۸ و ۱۲) جدول نمونه V تا VI صفحهٔ ۱۰۹ یا ۱۱۱ ، اجرا ویادداشت کنید .

٦ ـ جدولی‌طبق نمونه IX صفحهٔ ۱۲۹ تشکیل داده ودر آن خطاهای بست در X و Y کثیرالاضلاعها را یادداشت مینمائیم .

۷ ـ در صورتیکه لازم باشد ، جدولی طبق نمونه XV (جزوم دوم : بخش مثلث بندی)ترتیب داده و در آن محاسبه مختصات‌متوسط یاجبران شده‌نقاط گره را اجرا نمائید

۸ ـ در قسمت دوم (ستونهای ٦ تا ۱۳) جدول نمونه VI و درستونهای آن مختصات نسبی جبران شده و مختصات مطلق را حساب کنید .

اصولا در نمونه جداولی که بشما داده‌ایم عنوان‌ستونها و یادآوری فورمولهای‌لازمه چه برای اجراء محاسبات اصلی ، چه برای کنترل آنها ، کاملا شما را هدایت میکنند .

ممکنست در بعضی‌حالات برای‌جلوگیری از تکرار نوشتن ، دوجدول مثلا نمونه‌های III و V را مبدل بیکی‌ساخت و بدین‌ترتیب از ستونهای ۱و۲ درجدول V صرف جوئی نمود.

خلاصه درس پنجم

۱ ـ محورهای مختصات یا مطلق شکل ۳۰ (وقتیکه بخواهیم مختصات‌رئوس پیمایش را بکمک ژیزمانهای اضلاعش V حساب کنیم) و یا مطابق شکل ۳۱ (در صورتیکه بخواهیم بکمک‌زوایای توجیه‌اضلاع θ حساب نمائیم) انتخاب میگردند. در حالت‌اول‌محور x هاودرحالت‌دوم‌محور y هابموازات‌نصف‌النهاراولیه اختیارمیشود .

۲ ـ مختصات هر راس را نسبت به راس پیش ، مختصات نسبی و مختصات آن نسبت به مبداء مختصات را مختصات مطلق راس مزبور میگویند . مختصات مطلق‌هر راس مساویست با مجموع جبری مختصات نسبی رئوس پیش

۳ ـ مختصات نسبی x و y هرراس ازدستور(۱) و(۲) صفحه ۷۹ بدست‌میاید. برای آنکه این مختصات بکمک جداول لگاریتم معمولی ، یا مقادیرطبیعی خطوط

مثلثاتی حساب گردند ، قبلا لازمست زاویه تحویل بربع اول V یا $^{(-)}$ یعنی V و $'^{(-)}$ را معلوم کنیم (شکلهای ۳۲ و جداول صفحه ۸۱)

٤ ـ درپیمایشی که بین دو نقطه مثلثاتی درج شده است مولفه‌های خطای کلی بست از دستورات (٥) صفحه ۸۸ و مقدار خود خطـا از دستور (٦) حساب میشود.

٥ ـ پیش از اقدام بمحاسبه مختصات مطلق ، باید خطای کلی بست را (یامولفه های آنرا) باندازهٔ خطای دستگاهی سنجشهای طولی تصحیح کنیم و بعد نتیجه‌حاصله را (یا مولفه‌های نتیجه را) باحدقابل قبول (یا تخلف مجاز) مقایسه نمائیم .

٦ ـ خطای کلی بست منتجه دو خطا میباشد یکی خطای دستگـاهی سنجش های طولی و دیگر خطای اتفاقی سنجش های خطی و زاویه‌ای .

هر گاه λ ضریب متری خطای دستگاهی طولها باشد ، مولفه‌های خطای دستگاهی سنجش های طولی عبارتند از $\lambda \sum x'$ و $\lambda \sum y'$ و آنوقت مولفه‌های قسمت اتفاقی خطای کلی بست عبارتند از :

$$f_x = \lambda \sum x' \quad \text{(برای طولها)} \qquad (۹)$$

$$f_y = \lambda \sum y' \quad \text{(برای عرضها)} \qquad (۱۰)$$

این مولفه‌هاباید هر کدام بنوبهٔ خود از خطاهای ماکزیمم قابل قبول بست کمتر باشند.

۷ ـ برای تعیین تخلف مجاز جهة قسمت اتفاقی خطای بست در یك پیمایش کشیده ، کافیست بیضی اغماض را طبق دستور (§ ۲۰) ترسیم کنید . دراین بیضی ش ۳۷ طول QP″ یا QP′ نمایش تخلف‌مجازطولی برای خطاهای اتفاقی سنجش‌های طولی است و کمیت آن از دستور (۱۲) بدست میآید .

درهمین‌بیضی‌طول QA یا QA′ نمایش تخلف‌مجازعرضی برای خطاهای‌اتفاقی سنجش‌های زاویه‌ایست و کمیت آن از دستور (٤) صفحه ۹٦ بدست میاید .

۸ ـ تخلف مجاز عرضی (یـا زاویه‌ای) درحالت یك پیمایش زاویه سنجی از دستور ٤ بکمك آباك شکل ۳۸ حساب میشود و درحالت یك پیمایش منحرفه از دستور (٥) صفحه ۹۸ بموجب آباك شکل ۳۹ حساب میشود

۹ ـ خلاصه برای جبران خطاهای بست و تعیین‌فرمولهای جبران درمواردخود ذکر شده است .

انتشارات دانشگاه تهران

۱ – وراثت (۱)	تأليف دكتر عزت‌الله خبيرى
A Strain Theory of Matter – ۲	» » محمود حسابى
۳ – آراء فلاسفه در بارهٔ عادت	ترجمهٔ » برزو سپهرى
٤ – كالبدشناسى هنرى	تأليف » نعمت‌الله كيهانى
٥ – تاريخ بيهقى جلد دوم	بتصحيح سعيد نفيسى
٦ – بيماريهاى دندان	تأليف دكتر محمود سياسى
٧ – بهداشت و بازرسى خوراكيها	» » سرهنگ شمس
٨ – حماسه سرائى در ايران	» » ذبيح‌الله صفا
٩ – مزديسنا و تأثير آن در ادبيات پارسى	» » محمد معين
۱۰ – نقشه بردارى جلد دوم	» مهندس حسن شمسى
۱۱ – گياه شناسى	» حسين گل گلاب
۱۲ – اساس‌الاقتباس خواجه نصيرطوسى	بتصحيح مدرس رضوى
۱۳ – تاريخ ديپلوماسى عمومى جلد اول	تاليف دكتر حسن ستودهٔ تهرانى
۱٤ – روش تجزيه	تأ » » على‌اكبر بريمن
۱٥ – تاريخ افضل – بدايع الازمان فى وقايع كرمان	فراهم‌آوردهٔ دكتر مهدى بيانى
۱٦ – حقوق اساسى	تأليف دكتر قاسم زاده
۱۷ – فقه و تجارت	» زين‌العابدين ذوالمجدين
۱۸ – راهنماى دانشگاه	—
۱۹ – مقررات دانشگاه	—
۲۰ – درختان جنگلى ايران	» مهندس حبيب‌الله ثابتى
۲۱ – راهنماى دانشگاه بانگليسى	—
۲۲ – راهنماى دانشگاه بفرانسه	
Les Espaces Normaux – ۲۳	تأليف دكتر هشترودى
۲٤ – موسيقى دورهٔ ساسانى	» مهدى بركشلى
۲٥ – حماسه ملى ايران	ترجمهٔ بزرگ علوى
۲٦ – زيست شناسى (۳) بحث در نظريهٔ لامارك	بأليف دكتر عزت‌الله خبيرى
۲۷ – هندسه تحليلى	» » عليتقى وحدتى
۲۸ – اصول گداز و استخراج فلزات جلد اول	تأليف دكتر يكانه حايرى
۲۹ – اصول گداز و استخراج فلزات » دوم	» » »
۳۰ – اصول گداز و استخراج فلزات » سوم	» » »

۳۱- ریاضیات در شیمی	نگارش دکتر هورفر
۳۲- جنگل شناسی جلد اول	« مرحوم مهندس کریم ساعی
۳۳- اصول آموزش و پرورش	« دکتر محمد باقر هوشیار
۳۴- فیزیولژی گیاهی جلداول	« « اسمعیل زاهدی
۳۵- جبر و آنالیز	نگارش دکتر محمدعلی مجتهدی
۳۶- گزارش سفر هند	« « غلامحسین صدیقی
۳۷- تحقیق انتقادی در عروض فارسی	« « پرویز ناتل خانلری
۳۸- تاریخ صنایع ایران - ظروف سفالین	« « مهدی بهرامی
۳۹- واژه نامه طبری	« « صادق کیا
۴۰- تاریخ صنایع اروپا درقرون وسطی	« عیسی بهنام
۴۱- تاریخ اسلام	« دکترفیاض
۴۲- جانورشناسی عمومی	« « فاطمی
۴۳- Les Connexions Normales	« « هشترودی
۴۴- کالبد شناسی توصیفی (۱) - استخوان شناسی	« دکتر امیراعلم - دکتر حکیم دکتر کیهانی - دکتر نجم آبادی - دکتر نیک نفس - دکتر نائینی
۴۵- روان‌شناسی کودک	نگارش دکتر مهدی جلالی
۴۶- اصول شیمی پزشکی	« « آ . وارتانی
۴۷- ترجمه وشرح تبصرهٔعلامه جلداول	« زین العابدین ذوالمجدین
۴۸- اکوستیک «صوت» (۱) ارتعاشات - سرعت	« دکتر ضیاء الدین اسمعیل بیگی
۴۹- انگل شناسی	« « ناصر انصاری
۵۰- نظریه توابع متغیر مختلط	« « افضلی پور
۵۱- هندسه ترسیمی و هندسه رقومی	« احمد بیرشک
۵۲- درس اللغة والادب (۱)	« دکتر محمدی
۵۳- جانور شناسی سیستماتیک	« « آزرم
۵۴- پزشکی عملی	« « نجم آبادی
۵۵- روش تهیه مواد آلی	« « صفوی گلپایگانی
۵۶- مامائی	« « آهی
۵۷- فیزیولژی گیاهی جلددوم	« « زاهدی
۵۸- فلسفه آموزش و پرورش	« دکتر فتح‌الله امیرهوشمند
۵۹- شیمی تجزیه	« « علی اکبر پریمن
۶۰- شیمی عمومی	« مهندس سعیدی
۶۱- امیل	ترجمهٔ مرحوم غلامحسین زیرک‌زاده
۶۲- اصول علم اقتصاد	تألیف دکتر محمود کیهان
۶۳- مقاومت مصالح	« مهندس گوهریان
۶۴- کشت گیاه حشره کش پیرتر	« مهندس میردامادی
۶۵- آسیب شناسی	« دکتر آرمین

۶۶ـ مکانیک فیزیک	تألیف دکتر کمال جناب
۶۷ـ کالبدشناسی توصیفی (۲) ـ مفصل شناسی	» » امیراعلم ـ دکتر حکیم ـ دکتر کیهانی ـ دکتر نجم آبادی ـ دکتر نیك نفس
۶۸ـ درمانشناسی جلد اول	تألیف دکتر عطائی
۶۹ـ درمانشناسی » دوم	» » »
۷۰ـ گیاه شناسی ـ تشریح عمومی نباتات	» مهندس حبیب‌الله ثابتی
۷۱ـ شیمی آنالیتیك	» دکتر گاگیك
۷۲ـ اقتصاد جلد اول	» » علی‌اصغر پورهمایون
۷۳ـ دیوان سید حسن غزنوی	بتصحیح مدرس رضوی
۷۴ـ راهنمای دانشگاه	ـ
۷۵ـ اقتصاد اجتماعی	تألیف دکتر شیدفر
۷۶ـ تاریخ دیپلوماسی عمومی جلد دوم	» » حسن ستوده تهرانی
۷۷ـ زیبا شناسی	» علینقی وزیری
۷۸ـ تئوری سینتیك گازها	» دکتر روشن
۷۹ـ کارآموزی داروسازی	» » جنیدی
۸۰ـ قوانین دامپزشکی	» » میمندی نژاد
۸۱ـ جنگل‌شناسی جلد دوم	» مرحوم مهندس ساعی
۸۲ـ استقلال آمریکا	» دکتر مجیر شیبانی
۸۳ـ کنجکاویهای علمی و ادبی	ـ
۸۴ـ ادوار فقه	» محمود شهابی
۸۵ـ دینامیك گازها	» دکتر غفاری
۸۶ـ آئین دادرسی در اسلام	» محمد سنگلجی
۸۷ـ ادبیات فرانسه	» دکتر سپهبدی
۸۸ـ از سربن تا یونسکو ـ دو ماه در پاریس	» » علی‌اکبر سیاسی
۸۹ـ حقوق تطبیقی	» » حسن افشار
۹۰ـ میکروب‌شناسی جلد اول	تألیف دکتر سهراب ـ دکتر میردامادی
۹۱ـ میزراه جلد اول	» » حسین گلژ
۹۲ـ » » دوم	» » » »
۹۳ـ کالبد شکافی (تشریح عملی دست و پا)	» » نعمت‌الله کیهانی
۹۴ـ ترجمه و شرح تبصره علامه جلد دوم	» زین‌العابدین ذوالمجدین
۹۵ـ کالبد شناسی توصیفی (۳) ـ عضله شناسی	» دکتر امیراعلم ـ دکتر حکیم ـ دکتر کیهانی ـ دکتر نجم آبادی ـ دکتر نیك نفس
۹۶ـ » » (۴) ـ رگ شناسی	» » » »
۹۷ـ بیماریهای گوش و حلق و بینی جلد اول	تألیف دکتر جمشید اعلم
۹۸ـ هندسهٔ تحلیلی	» » کامکار پارسی
۹۹ـ جبر و آنالیز	» » » »
۱۰۰ـ تفوق و برتری اسپانیا (۱۵۵۹ـ۱۶۶۰)	» » بیانی

۱۰۱- کالبدشناسی توصیفی - استخوان‌شناسی اسب	تألیف دکتر میر بابائی
۱۰۲- تاریخ عقاید سیاسی	» » محسن عزیزی
۱۰۳- آزمایش و تصفیه آبها	نگارش » محمد جواد جنیدی
۱۰۴- هشت مقاله تاریخی و ادبی	» نصرالله فلسفی
۱۰۵- فیه مافیه	» بدیع‌الزمان فروزانفر
۱۰۶- جغرافیای اقتصادی جلد اول	» دکتر محسن عزیزی
۱۰۷- الکتریسیته وموارد استعمال آن	» مهندس عبدالله ریاضی
۱۰۸- مبادلات انرژی در گیاه	» دکتراسمعیل زاهدی
۱۰۹- تلخیص البیان عن مجازات القران	» سید محمد باقر سبزواری
۱۱۰- دو رساله ـ وضع الفاظ و قاعده لاضرر	» محمود شهابی
۱۱۱- شیمی آلی جلداول تئوری واصول کلی	» دکتر عابدی
۱۱۲- شیمی آلی «ارگانیك» جلداول	» » شیخ
۱۱۳- حکمت الهی عام و خاص	نگارش مهدی‌قمشهٔ
۱۱۴- امراض حلق و بینی و حنجره	» دکتر علیم مروستی
۱۱۵- آنالیز ریاضی	» » منوچهر وصال
۱۱۶- هندسه تحلیلی	» » احمد عقیلی
۱۱۷- شکسته بندی جلد دوم	» » امیر کیا
۱۱۸- باغبانی (۱) باغبانی عمومی	» مهندس شیبانی
۱۱۹- اساس التوحید	» مهدی آشتیانی
۱۲۰- فیزیك پزشکی	» دکترفرهاد
۱۲۱- اکوستیك «صوت» (۲) مشخصات صوت - لوله - تار	» » اسمعیل بیگی
۱۲۲- جراحی فوری اطفال	» » مرعشی
۱۲۳- فهرست کتب اهدائی آقای مشکوة (۱)	» علینقی منزوی تهرانی
۱۲۴- چشم پزشکی جلداول	» دکتر ضرابی
۱۲۵- شیمی فیزیك	» » بازرگان
۱۲۶- بیماریهای گیاه	» » خبیری
۱۲۷- بحث در مسائل پرورش اخلاقی	» » سپهری
۱۲۸- اصول عقاید و کرائم اخلاق	» زین‌العابدین ذوالمجدین
۱۲۹- تاریخ کشاورزی	» دکتر تقی بهرامی
۱۳۰- کالبدشناسی انسانی (۱) سر و گردن	» » حکیم و دکتر گنج‌بخش
۱۳۱- امراض واگیر دام	» » رستگار
۱۳۲- درس اللغة والادب (۲)	» » محمدی
۱۳۳- واژه نامه گرگانی	» » صادق کیا
۱۳۴- تك یاخته شناسی	» » عزیز رفیعی
۱۳۵- حقوق اساسی چاپ پنجم (اصلاح شده)	» » قاسم زاده
۱۳۶- عضله و زیبائی پلاستیك	» » کیهانی
۱۳۷- طیف جذبی و اشعه ایکس	» » فاضل زندی

۱۳۸ـ	مصنفات افضل الدین کاشانی	.. نگارش دکتر مینوی و یحیی مهدوی
۱۳۹ـ	روانشناسی (از لحاظ تربیت)	» » علی اکبر سیاسی
۱۴۰ـ	ترمودینامیک (۱)	» مهندس بازرگان
۱۴۱ـ	بهداشت روستائی	نگارش دکتر زوین
۱۴۲ـ	زمین شناسی	» » یدالله سحابی
۱۴۳ـ	مکانیک عمومی	» » مجتبی ریاضی
۱۴۴ـ	فیزیولوژی جلد اول	» » کاتوزیان
۱۴۵ـ	کالبدشناسی و فیزیولوژی	» » نصرالله نیک نفس
۱۴۶ـ	تاریخ تمدن ساسانی جلد اول	» سعید نفیسی
۱۴۷ـ	کالبدشناسی توصیفی (۵) قسمت اول سلسله اعصاب محیطی	» دکتر امیراعلم ـ دکتر حکیم دکتر کیهانی ـ دکتر نجم آبادی ـ دکتر نیک نفس
۱۴۸ـ	کالبدشناسی توصیفی (۵) قسمت دوم سلسله اعصاب مرکزی	» » » »
۱۴۹ـ	کالبدشناسی توصیفی (۶) اعضای حواس پنجگانه	» » » »
۱۵۰ـ	هندسه عالی (گروه و هندسه)	تألیف دکتر اسدالله آل بویه
۱۵۱ـ	اندام شناسی گیاهان	» » پارسا
۱۵۲ـ	چشم پزشکی (۴)	نگارش دکتر ضرابی
۱۵۳ـ	بهداشت شهری	» » اعتمادیان
۱۵۴ـ	انشاء انگلیسی	» بازارگادی
۱۵۵ـ	شیمی آلی (ارگانیک) (۴)	» دکتر شیخ
۱۵۶ـ	آسیب شناسی (گانگلیونت استلر)	» » آرمین
۱۵۷ـ	تاریخ علوم عقلی در تمدن اسلامی	» » ذبیح الله صفا
۱۵۸ـ	تفسیر خواجه عبدالله انصاری	بتصحیح علی اصغر حکمت
۱۵۹ـ	حشره شناسی	تألیف جلال افشار
۱۶۰ـ	نشانه شناسی (علم العلامات) جلد اول	» دکتر محمدحسین میمندی نژاد
۱۶۱ـ	نشانه شناسی بیماریهای اعصاب	» » صادق صبا
۱۶۲ـ	آسیب شناسی عملی	» » حسین رحمتیان
۱۶۳ـ	احتمالات و آمار	» » مهدوی اردبیلی
۱۶۴ـ	الکتریسته صنعتی	» » محمد مظفری زنگنه
۱۶۵ـ	آئین دادرسی کیفری	» » محمدعلی هدایتی
۱۶۶ـ	اقتصاد سال اول (چاپ دوم اصلاح شده)	» » علی اصغر پورهمایون
۱۶۷ـ	فیزیک (تابش)	» » روشن
۱۶۸ـ	فهرست کتب اهدائی آقای مشکوة (جلد دوم)	» علینقی منزوی
۱۶۹ـ	» » » » (جلد سوم ـ قسمت اول)	» محمدتقی دانش پژوه
۱۷۰ـ	رساله بود و نمود	» محمود شهابی
۱۷۱ـ	زندگانی شاه عباس اول	» نصرالله فلسفی
۱۷۲ـ	تاریخ بیهقی (جلد سوم)	بتصحیح سعید نفیسی
۱۷۳ـ	فهرست نشریات ابوعلی سینا بزبان فرانسه	» » »

۱۷٤ـ تاریخ مصر (جلد اول)	تألیف احمد بهمنش
۱۷۵ـ آسیب‌شناسی آزردگی سیستم رتیکولوآندوتلیال	« دکتر آرمین
۱۷٦ـ نهضت ادبیات فرانسه در دوره رومانتیك	« مرحوم زیرك‌زاده
۱۷۷ـ فیزیولژی (طب عمومی)	نگارش دکتر مصباح
۱۷۸ـ خطوط لبه‌های جذبی (اشعه ایکس)	« « زندی
۱۷۹ـ تاریخ مصر (جلد دوم)	« احمد بهمنش
۱۸۰ـ سیر فرهنگ در ایران و مغرب زمین	« دکتر صدیق اعلم
۱۸۱ـ فهرست کتب اهدائی آقای مشکوة (جلد سوم ـ قسمت دوم)	« محمدتقی دانش‌پژوه
۱۸۲ـ اصول فن کتابداری	« دکتر محسن صبا
۱۸۳ـ رادیو الکتریسیته	« « رحیمی
۱۸٤ـ پیوره	« « محمود سیاسی
۱۸۵ـ چهار رساله	« محمد سنگلجی
۱۸٦ـ آسیب‌شناسی (جلد دوم)	« دکتر آرمین
۱۸۷ـ یادداشت‌های مرحوم قزوینی	فراهم‌آورنده آقای ایرج افشار
۱۸۸ـ استخوان شناسی مقایسه‌ای (جلد دوم)	تألیف دکتر میربابائی
۱۸۹ـ جغرافیای عمومی (جلد اول)	« « مستوفی
۱۹۰ـ بیماریهای واگیر (جلد اول)	« « غلامعلی بینش‌ور
۱۹۱ـ بتن فولادی (جلد اول)	« مهندس خلیلی
۱۹۲ـ حساب جامع و فاضل	نگارش دکتر مجتهدی
۱۹۳ـ ترجمهٔ مبدء و معاد	ترجمه آقای محمود شهابی
۱۹٤ـ تاریخ ادبیات روسی	تألیف « سعید نفیسی
۱۹۵ـ تاریخ تمدن ایران ساسانی (جلد دوم)	« « « «
۱۹٦ـ درمان تراخم با الکتروکوآگولاسیون	« دکتر پرفسور شمس
۱۹۷ـ شیمی و فیزیك (جلد اول)	« « توسلی
۱۹۸ـ فیزیولوژی عمومی	« « شیبانی
۱۹۹ـ داروسازی جالینوسی	« « مقدم
۲۰۰ـ علم العلامات نشانه‌شناسی (جلد دوم)	« « میمندی نژاد
۲۰۱ـ استخوان شناسی (جلد اول)	« « نعمت‌اله کیهانی
۲۰۲ـ پیوره (جلد دوم)	« « محمود سیاسی
۲۰۳ـ علم النفس ابن‌سینا و تطبیق آن با روانشناسی جدید	« « علی‌اکبر سیاسی
۲۰٤ـ قواعد فقه	« آقای محمود شهابی
۲۰۵ـ تاریخ سیاسی و دیپلوماسی ایران	« دکتر علی‌اکبر بینا
۲۰٦ـ فهرست مصنفات ابن‌سینا	« « مهدوی
۲۰۷ـ مخارج الحروف	تصحیح و ترجمهٔ دکتر پرویز ناتل‌خانلری
۲۰۸ـ عیون الحکمه	از ابن‌سینا ـ چاپ عکسی

۲۰۹ـ شیمی بیولوژی	تألیف دکتر مافی
۲۱۰ـ میکربشناسی (جلد دوم)	« آقایان دکتر سهراب ـ دکتر میردامادی
۲۱۱ـ حشرات زیان‌آور ایران	« مهندس عباس دواچی
۲۱۲ـ هواشناسی	« دکتر محمد منجمی
۲۱۳ـ حقوق مدنی	« « سیدحسن امامی
۲۱۴ـ ماخذ قصص و تمثیلات مثنوی	نگارش آقای فروزانفر
۲۱۵ـ مکانیک استدلالی	« پرفسور فاطمی
۲۱۶ـ ترمودینامیک (جلد دوم)	« مهندس بازرگان
۲۱۸ـ گروه بندی و انتقال خون	« دکتر یحیی پویا
۲۱۸ـ فیزیک ، ترمودینامیک (جلد اول)	« « روشن
۲۱۹ـ روان پزشکی (جلد سوم)	« « میرسپاسی
۲۲۰ـ بیماریهای درونی (جلد اول)	« « میمندی‌نژاد
۲۲۱ـ حالات عصبانی یا نوروز	ترجمه « چهرازی
۲۲۲ـ کالبدشناسی توصیفی (۷) (دستگاه گوارش)	تألیف دکتر امیراعلم ـ دکتر حکیم دکتر کیهانی ـ دکتر نجم‌آبادی ـ دکتر نیک‌نفس
۲۲۳ـ علم‌الاجتماع	تألیف دکتر مهدوی
۲۲۴ـ الهیات	« فاضل تونی
۲۲۵ـ هیدرولیک عمومی	« مهندس ریاضی
۲۲۶ـ شیمی عمومی معدنی فلزات (جلد اول)	تألیف دکتر فضل‌الله شیروانی
۲۲۷ـ آسیب‌شناسی آزردگیهای سورنال « غده فوق کلیوی »	« « آرمین
۲۲۸ـ اصول الصرف	« علی‌اکبر شهابی
۲۲۹ـ سازمان فرهنگی ایران	تألیف دکتر علی کنی
۲۳۰ـ فیزیک، ترمودینامیک (جلد دوم)	نگارش دکتر روشن
۲۳۱ـ راهنمای دانشگاه	ـ
۲۳۲ـ مجموعهٔ اصطلاحات علمی	ـ
۲۳۳ـ بهداشت غذائی (بهداشت نسل)	نگارش دکتر فضل‌الله صدیق
۲۳۴ـ جغرافیای کشاورزی ایران	« دکتر تقی بهرامی
۲۳۵ـ ترجمه النهایه با تصحیح و مقدمه (۱)	« آقای سیدمحمد سبزواری
۲۳۶ـ احتمالات و آمار ریاضی (۲)	« دکتر مهدوی اردبیلی
۲۳۷ـ اصول تشریح چوب	« مهندس رضا حجازی
۲۳۸ـ خون‌شناسی عملی (جلد اول)	« دکتر رحمتیان دکتر شمسا
۲۳۹ـ تاریخ ملل قدیم آسیای غربی	« « بهمنش
۲۴۰ـ شیمی تجزیه	« « شیروانی
۲۴۱ـ دانشگاهها و مدارس عالی امریکا	« ضیاءالدین اسمعیل بیگی
۲۴۲ـ پانزده گفتار	« آقای مجتبی مینوی
۲۴۳ـ بیماریهای خون (جلد دوم)	« دکتر یحیی پویا

۲۴۴ـ اقتصاد کشاورزی	نگارش دکتر احمد هومن
۲۴۵ـ علم العلامات (جلد سوم)	« « میمندی نژاد
۲۴۶ـ بتن آرمه (۲)	« آقای مهندس خلیلی
۲۴۷ـ هندسهٔ دیفرانسیل	« دکتر بهفروز
۲۴۸ـ فیزیولژی گل ورده بندی تك لپه ایها	« « زاهدی
۲۴۹ـ تاریخ زندیه	« « هادی هدایتی
۲۵۰ـ ترجمه النهایه با تصحیح و مقدمه (۲)	« آقای سبزواری
۲۵۱ـ حقوق مدنی (۲)	« « دکتر امامی
۲۵۲ـ دفتر دانش و ادب (جزء دوم)	—
۲۵۳ـ یادداشتهای قزوینی (جلد دوم ب ، ت ، ث ، ج)	« ایرج افشار
۲۵۴ـ تفوق و برتری اسپانیا	« دکتر خانبابا بیانی
۲۵۵ـ تیره شناسی (جلد اول)	« « احمد پارسا
۲۵۶ـ کالبد شناسی توصیفی (۸) دستگاه ادرار و تناسل - پردهٔ صفاق	تألیف دکتر امیر اعلم ـ دکتر حکیم ـ دکتر کیهانی دکتر نجم آبادی ـ دکتر نیك نفس
۲۵۷ـ حل مسائل هندسه تحلیلی	نگارش دکتر علینقی وحدتی
۲۵۸ـ کالبد شناسی توصیفی (حیوانات اهلی مفصل شناسی مقایسه‌ای)	« « میر بابائی
۲۵۹ـ اصول ساختمان و محاسبه ماشینهای برق	« مهندس احمد رضوی
۲۶۰ـ بیماریهای خون و لنف (بررسی بالینی و آسیب شناسی)	« دکتر رحمتیان
۲۶۱ـ سرطان شناسی (جلد اول)	« « آرمین
۲۶۲ـ شکسته بندی (جلد سوم)	« « امیر کیا
۲۶۳ـ بیماریهای واگیر (جلد دوم)	« « بینش ور
۲۶۴ـ انگل شناسی (بندپائیان)	« « عزیز رفیعی
۲۶۵ـ بیماریهای درونی (جلد دوم)	« « میمندی نژاد
۲۶۶ـ دامپروری عمومی (جلد اول)	« « بهرامی
۲۶۷ـ فیزیولوژی (جلد دوم)	« « علی کاتوزیان
۲۶۸ـ شعر فارسی (در عهد شاهرخ)	« « یارشاطر
۲۶۹ـ فن انگشت نگاری (جلد اول و دوم)	نگارش ناصرقلی رادسر
۲۷۰ـ منطق التلویحات	« دکتر فیاض
۲۷۱ـ حقوق جنائی	تألیف آقای دکتر عبدالحسین علی آبادی
۲۷۲ـ سمیولوژی اعصاب	« « « چهرازی
۲۷۳ـ کالبد شناسی توصیفی (۹) (دستگاه تولید صوت و تنفس)	تألیف دکتر امیر اعلم ـ دکتر حکیم ـ دکتر کیهانی دکتر نجم آبادی ـ دکتر نیك نفس
۲۷۴ـ اصول آمار و کلیات آمار اقتصادی	نگارش دکتر محسن صبا
۲۷۵ـ گزارش کنفرانس اتمی ژنو	« « جناب دکتر بازرگان
۲۷۶ـ امکان آلوده کردن آبهای مشروب	نگارش دکتر حسین سهراب ـ دکتر میمندی نژاد

۲۷۷ـ مدخل منطق صورت	نگارش دکتر غلامحسین مصاحب
۲۷۸ـ ویروسها	» » فرج‌الله شفا
۲۷۹ـ تالفیت‌ها (آلکها)	» » عزت‌الله خبیری
۲۸۰ـ گیاه‌شناسی سیستماتیك	» » محمد درویش
۲۸۱ـ تیره‌شناسی (جلددوم)	» » پارسا
۲۸۲ـ احوال و آثار خواجه نصیرالدین طوسی	» مدرس رضوی
۲۸۳ـ احادیث مثنوی	» آقای فروزانفر
۲۸۴ـ قواعد النحو	» قاسم تویسرکانی
۲۸۵ـ آزمایشهای فیزیك	» دکتر محمدباقر محمودیان
۲۸۶ـ پندنامه اهوازی یا آئین پزشکی	» » محمود نجم‌آبادی
۲۸۷ـ بیماریهای خون (جلدسوم)	» » یحیی پویا
۲۸۸ـ جنین شناسی (رویان‌شناسی) جلد اول	» » احمد شفائی
۲۸۹ـ مکانیك فیزیك (اندازه‌گیری مکانیك نقطه مادی وفرضیه نسبی)(چاپ‌دوم)	تألیف دکتر کمال‌الدین جناب
۲۹۰ـ بیماریهای جراحی قفسه سینه (ریه، مری، قفسه سینه)	» » محمدتقی قوامیان
۲۹۱ـ اکوستیك (صوت) چاپ دوم	» » ضیاءالدین اسماعیل‌بیگی
۲۹۲ـ چهار مقاله	بتصحیح » محمد معین
۲۹۳ـ داریوش یکم (پادشاه پارسها)	نگارش » منشی‌زاده
۲۹۴ـ کالبدشکافی تشریح عملی سر و گردن ـ سلسلهٔ اعصاب مرکزی	» » نعمت‌الله کیهانی
۲۹۵ ـ درس اللغة والادب (۱) چاپ‌دوم	» » محمد محمدی
۲۹۶ـ سه گفتار خواجه طوسی	بکوشش محمدتقی دانش‌پژوه
Sur les espaces de Riemann ـ ۲۹۷	نگارش دکتر هشترودی
۲۹۸ ـ فصول خواجه طوسی	بکوشش محمدتقی دانش‌پژوه
۲۹۹ ـ فهرست کتب اهدائی آقای مشکوة (جلدسوم) بخش سوم	نگارش محمدتقی دانش‌پژوه
۳۰۰ ـ الرسالة المعینیة	» » »
۳۰۱ ـ آغاز و انجام	» ایرج افشار
۳۰۲ـ رسالهٔ امامت خواجهٔ طوسی	بکوشش محمدتقی دانش‌پژوه
۳۰۳ ـ فهرست کتب اهدائی آقای مشکوة (جلدسوم) بخش چهارم	» » »
۳۰۴ ـ حل مشکلات معینه خواجه نصیر	» » »
۳۰۵ ـ مقدمه قدیم اخلاق ناصری	» جلال‌الدین همائی
۳۰۶ـ بیوگرافی خواجه نصیرالدین طوسی (بزبان فرانسه)	نگارش دکتر امشه‌ای
۳۰۷ـ رساله بیست باب درمعرفت اسطرلاب	» مدرس رضوی
۳۰۸ـ مجموعهٔ رسائل خواجه نصیرالدین	» » »
۳۰۹ـ سرگذشت وعقائد فلسفی خواجه نصیرالدین طوسی	» محمد مدرسی (زنجانی)
۳۱۰ـ فیزیك (پدیده‌های فیزیکی در دماهای بسیار خفیف)	» دکتر روشن
کتاب هفتم	
۳۱۱ ـ رساله جبر ومقابله خواجه نصیرطوسی	بکوشش اکبر دانا سرشت

۳۱۲ ـ آلرژی بیماریهای ناشی از آن	تألیف دکتر هادوی
۳۱۳ ـ راهنمای دانشگاه (بفرانسه) دوم چاپ	—
۳۱٤ ـ احوال و آثار محمد بن جریری طبری	تألیف آقای علی اکبر شهابی
۳۱۵ ـ مکانیک سینماتیک	« دکتر احمد وزیری
۳۱٦ ـ مقدمه روانشناسی (قسمت اول)	« دکتر مهدی جلالی
۳۱۷ ـ دامپروری (جلد دوم)	« « تقی بهرامی
۳۱۸ ـ تمرینات و تجربیات (شیمی آلی)	« « ابوالحسن شیخ
۳۱۹ ـ جغرافیای اقتصادی (جلد دوم)	« « عزیزی
۳۲۰ ـ پاتولوژی مقایسه‌ای (بیماریهای مشترک انسان ودام)	« « میمندی نژاد
۳۲۱ ـ اصول نظریه ریاضی احتمال	تألیف دکتر افضلی پور
۳۲۲ ـ رده‌بندی دولپه‌ای ها و بازدانگان	« « زاهدی
۳۲۳ ـ قوانین مالیه ومحاسبات عمومی ومطالعه بودجه از ابتدای مشروطیت تا حال	« « جزایری
۳۲٤ ـ کالبدشناسی انسانی (۱) سر و گردن (توصیفی ـ موضعی ـ طرز تشریح)	« « منوچهر حکیم و « سید حسین گنج بخش
۳۲۵ ـ ایمنی‌شناسی (جلد اول)	« « میردامادی
۳۲٦ ـ حکمت الهی عام وخاص (تجدید چاپ)	« آقای مهدی الهی قمشه‌ای
۳۲۷ ـ اصول بیماری‌های ارثی انسان (۱)	« دکتر محمدعلی مولوی
۳۲۸ ـ اصول استخراج معادن	« مهندس محمودی
۳۲۹ ـ مقررات دانشگاه (۱) مقررات استخدامی ومالی	جمع آوری دکتر کی‌نیا
۳۳۰ ـ شلیمر	دانشکده پزشکی
۳۳۱ ـ تجزیه ادرار	مرحوم دکتر ابوالقاسم بهرامی
۳۳۲ ـ جراحی فك وصورت	تألیف دکتر حسین مهدوی
۳۳۳ ـ فلسفه آموزش وپرورش	« « امیرهوشمند
۳۳٤ ـ اکوستیك (۴) صوت	« « اسماعیل بیگی
۳۳۵ ـ الکتریسته صنعتی (جلد اول چاپ دوم)	« مهندس زنگنه
۳۳٦ ـ سالنامه دانشگاه	—
۳۳۷ ـ فیزیك جلد هشتم ـ کارهای آزمایشگاه ومسائل ترمودینامیك	« دکتر روشن
۳۳۸ ـ تاریخ اسلام (چاپ دوم)	« « فیاض
۳۳۹ ـ هندسهٔ تحلیلی (چاپ دوم)	« « وحدتی
۳٤۰ ـ آداب اللغة العربیة وتاریخها (۱)	« « محمد محمدی
۳٤۱ ـ حل مسائل ریاضیات عمومی	تألیف دکتر کامکار پارسی
۳٤۲ ـ جوامع الحکایات	« « محمد معین
۳٤۳ ـ شیمی تحلیلی	« مهندس قاسمی
۳٤٤ ـ ارادهٔ معطوف بقدرت (اثر نیچه)	ترجمه دکتر هوشیار
۳٤۵ ـ دفتر دانش وادب (جلد سوم)	مقالهٔ دکتر مهدوی
۳٤٦ ـ حقوق مدنی (جلد اول تجدید چاپ)	تألیف دکتر امامی

۳۴۷ – نمایشنامه لوسید	ترجمهٔ دکتر سپهبدی
۳۴۸ – آب شناسی هیدرولوژی	تألیف دکتر جنیدی
۳۴۹ – روش شیمی تجزیه (۱)	» » فخرالدین خوشنویسان
۳۵۰ – هندسهٔ ترسیمی	» » جمال عصار
۳۵۱ – اصول الصرف	» علی اکبر شهابی
۳۵۲ – استخراج نفت (جلد اول)	» دکتر جلال الدین توانا
۳۵۳ – سخنرانیهای پروفسور رنه ونسان	ترجمه دکتر سیاسی-دکتر سیمجور
۳۵۴ – کورش کبیر	تألیف دکتر هادی هدایتی
۳۵۵ – فرهنگ غفاری فارسی فرانسه (جلد اول)	مهندس امیرجلال الدین غفاری
۳۵۶ – اقتصاد اجتماعی	دکتر سید شمس الدین جزایری
۳۵۷ – بیولوژی (وراثت) (تجدید چاپ)	» خبیری
۳۵۸ – بیماریهای مغز و روان (۳)	» حسین رضاعی
۳۵۹ – آئین دادرسی دراسلام (تجدیدچاپ)	آقای محمد سنگلجی
۳۶۰ – تقریرات اصول	» محمود شهابی
۳۶۱ – کالبد شکافی توصیفی (جلد ٤ – عضله شناسی اسب)	تألیف دکتر میربابائی
۳۶۲ – الرسالة الکمالیه فی الحقایق الالهیه	» سبزواری
۳۶۳ – بی‌حسی‌های ناحیه‌ای دردندان پزشکی	» دکتر محمود مستوفی
۳۶٤ – چشم و بیماریهای آن	» » باستان
۳۶۵ – هندسهٔ تحلیلی	» » مصطفی کامکار پارسی
۳۶۶ – شیمی آلی ترکیبات حلقوی (چاپ دوم)	» » ابوالحسن شیخ
۳۶۷ – پزشکی عملی	» » ابوالقاسم نجم آبادی
۳۶۸ – اصول آموزش و پرورش (چاپ سوم)	» » هوشیار
۳۶۹ – پرتو اسلام	بقلم عباس خلیلی
۳۷۰ – جراحی عملی دهان ودندان (جلد اول)	تألیف دکتر کاظم سیمجور
۳۷۱ – درد شناسی دندان (۱)	» » محمود سیاسی
۳۷۲ – مجموعهٔ اصطلاحات علمی (قسمت دوم)	—
۳۷۳ – تیره شناسی (جلد سوم)	» » احمد پارسا
۳۷٤ – المعجم	بتصحیح مدرس رضوی
۳۷۵ – جواهر الآثار (ترجمهٔ مثنوی)	بقلم عبدالعزیز صاحب الجواهر
۳۷۶ – تاریخ دیپلوماسی عمومی	تألیف دکتر محسن عزیزی
Textes Français – ۳۷۷	» بانو نفیسی
۳۷۸ – شیمی فیزیك (جلد دوم)	» دکتر علی اکبر توسلی
۳۷۹ – زیباشناسی	» آقای علینقی وزیری
۳۸۰ – بیماریهای مشترك انسان ودام	» دکتر میمندی نژاد
۳۸۱ – فرزان تن وروان	» » بصیر
۳۸۲ – بهبود نسل بشر	» » محمد علی مولو
۳۸۳ – یادداشتهای قزوینی (۳)	ایرج افشار
۳۸٤ – گویش آشتیان	تألیف دکتر صادق کیا

۳۸۵ ـ کالبد شکافی (تشریح عملی قفسه سینه وقلب وریه) نگارش دکتر نعمت‌الله کیهانی	
۳۸٦ ـ ایران بعد از اسلام	» عباس خلیلی
۳۸۷ ـ تاریخ مصر قدیم (جلداول چاپ دوم)	» دکتر احمد بهمنش
۳۸۸ ـ آرگلونیاتها (۱) سرخس‌ها	» » خبیری
۳۸۹ ـ شیمی صنعتی (جلد اول)	» » رادفر
۳۹۰ ـ فیزیك عمومی الکتریسیته (جلد اول)	» » روشن
۳۹۱ ـ مبادی علم هوا شناسی	» » احمد سعادت
۳۹۲ ـ منطق و روش شناسی	» » علی اکبر سیاسی
۳۹۳ ـ الکترونیك (جلد اول)	» » رحیمی قاجار
۳۹٤ ـ فرهنگ غفاری (جلد دوم)	» مهندس جلال‌الدین غفاری
۳۹۵ ـ حکمت الهی عام وخاص (جلد دوم)	» محیی‌الدین مهدی الهی قمشه‌ای
۳۹٦ ـ گنج جواهر دانش (٤)	» حسن آل طه
۳۹۷ ـ فن کالبد گشائی و آسیب شناسی	» دکتر محمدکار
۳۹۸ ـ فرهنگ غفاری (جلد سوم)	» مهندس جلال‌الدین غفاری
۳۹۹ ـ مزدا پرستی در ایران قدیم	» دکتر ذبیح‌الله صفا
٤۰۰ ـ اصول روشهای ریاضی آمار	» » افضلی پور
٤۰۱ ـ تاریخ مصر قدیم (جلد دوم)	» » دکتر احمد بهمنش
٤۰۲ ـ عدد من بلغاء ایران فی اللغة	» قاسم تویسرکانی
٤۰۳ ـ علم اخلاق (نظری وعملی)	» دکتر علی اکبر سیاسی
٤۰٤ ـ ادوار فقه (جلددوم)	» آقای محمود شهابی
٤۰۵ ـ جراحی عملی دهان ودندان (جلددوم)	» دکتر کاظم سیمجور
٤۰٦ ـ فیزیولژی بالینی	» » گیتی
٤۰۷ ـ سهم الارث	» نصر اصفهانی
٤۰۸ ـ جبر آنالیز	» دکتر محمدعلی مجتهدی
٤۰۹ ـ هوا شناسی (جلد اول)	» » محمد منجمی
٤۱۰ ـ بیماریهای درونی (جلدسوم)	» » میمندی نژاد
٤۱۱ ـ مبانی فلسفه	» » علی اکبر سیاسی
٤۱۲ ـ فرهنگ غفاری (جلدچهارم)	» مهندس امیر جلال‌الدین غفاری
٤۱۳ ـ هندسهٔ تحلیلی (چاپ دوم)	» دکتر احمد سادات عقیلی
٤۱٤ ـ کالبد شناسی (عضله‌شناسی مقایسه‌ای) (جلدپنجم)	» » میر بابائی
٤۱۵ ـ سالنامه دانشگاه ۱۳۳٦ - ۱۳۳۵	—
٤۱٦ ـ یادنامهٔ خواجه نصیر طوسی	نگارش دکتر صفا
٤۱۷ ـ تئوریهای اساسی ژنتیك	» » آزرم
٤۱۸ ـ فولاد وعملیات حرارتی آن	» مهندس هوشنگ خسرویار
٤۱۹ ـ تأسیسات آبی	» مهندس عبدالله ریاضی

۴۲۰ – بیماریهای اعصاب (جلد نخست)	نگارش دکتر صادق صبا
۴۲۱ – مکانیك عمومی (جلد دوم)	» دکتر مجتبی ریاضی
۴۲۲ – صنایع شیمی معدنی (جلداول)	» مهندس مرتضی قاسمی
۴۲۳ – مکانیك استدلالی	» پرفسور تقی فاطمی
۴۲۴ – تاریخ فرهنگ ایران	» دکتر عیسی صدیق
۴۲۵ – شرح تبصره آیة الله علامهٔ حلی (جلد دوم)	» زین العابدین ذوالمجدین
۴۲۶ – حکیم ازرقی هروی	بتصحیح مرحوم علی عبدالرسولی
۴۲۷ – علوم عقلی	نگارش دکتر ذبیح الله صفا
۴۲۸ – شیمی آنالیتیك	» دکتر گاگیك
۴۲۹ – فیزیك الکتریسیته (جلد دوم)	» » روشن
۴۳۰ – کلیات شمس تبریزی	باتصحیحات وحواشی آقای فروزانفر
۴۳۱ – کانی شناسی (تحقیق در بارهٔ بعضی از کانهای جزیره هرمز)	نگارش دکتر عبدالکریم قریب
۴۳۲ – فرهنك غفاری فارسی بفرانسه (جلد پنجم)	» امیرجلالالدین غفاری
۴۳۳ – ریاضیات در شیمی (جلد دوم)	دکتر هورفر
۴۳۴ – تحقیق در فهم بشر	ترجمه دکتر رضازاده شفق
۴۳۵ – السعادة والاسعاد	بتصحیح مجتبی مینوی
۴۳۶ – تاریخ فرهنك اروپا	نگارش دکتر عیسی صدیق

نقشه برداری جلد دوم

Date	No.	Date	No.